Matthias Gablers

der Gottesgelehrtheit und Weltweisheit Doktors, Sr. churfürstl. Durchleucht zu Pfalz, Herzogs in Baiern ꝛc. wirklichen Rathes, öffentlichen und ordentlichen Lehrers in der philos. Facultät zu Ingolstadt, in dem churfürstl. albertinischen Kollegium Präfects der Studien, der deutschen Gesellschaft in Jena, und der churmainzischen Akademie der Wissenschaften zu Erfurt Mitgliedes

Naturlehre.

Zum Gebräuche

öffentlicher Erklärungen.

Dritter Theil.

Von den Elementen.

München,
bey Joseph Aloys von Crätz.
1778.

Dritter Theil

Von den chemischen Elementen.

Aus den Kräften, welche den physikalischen Elementen, d. i., jenen, die gar keine Ausdehnung gestatten, eigen sind, habe ich, ohne eine willkührliche Hypothese anzunehmen, die **allgemeinen** Eigenschaften der Körper (I. Theil) und die Gesetze der Bewegung und des Gleichgewichtes (II. Theil) erklärt. Da ich nun die Körper **insbesondere**, und ihre zerschiedene Eigenschaften abzuhandeln im Begriffe bin: scheint es mir vor allen nöthig zu seyn, daß ich ihre Bestandtheile, welche zwar in sich, und physikalisch betrachtet, nicht mehr einfach sind, doch aber durch Kunst weder ferner zertheilt, noch aus einfachern zusammengesetzt werden können, untersuche, und so genau, als es nur möglich ist, bestimme;

denn was werden wir von einem aus Feuer, Luft, Wasser ꝛc. zusammengesetzten Körper sagen wollen, da wir jene nicht vorher kennen gelernt haben?

§. 231.

Ein **chemisches Element** nenne ich jenen Körper, der sich nimmer in ungleichartige Theile zersetzen läßt, jedoch mit andern von ungleicher Art einen neuen Körper ausmacht.

* Was ich hier ein chemisches Element nenne, das kömmt bey andern auch unter der Benennung, Anfang der Natur (*a*) oder uranfängliche erste Bestandtheile ꝛc. (*b*) vor. Ich aber eigne ihnen diesen Namen zu 1.) weil uns die chemischen Versuche bey ihrer Bestimmung das Licht anzünden müssen, und 2.) damit ich sie von den physikalischen, ganz einfachen, unausgedehnten Substanzen (§. 3. 4.) unterscheide.

I. Ein chemisches Element ist also schon eine Zusammensetzung, eine Materie, und hat seine Ausdehnung.

II. Wenn auch ein Körper wirklich in ungleichartige Theile nicht könnte aufgelöst werden, so hat er doch keinen Ort unter den chemischen Elementen, wenn er nicht auch einen Bestandtheil eines andern fremden Körpers ausmacht. Daher ist z. B. ein vollkommenes Metall, Gold, Silber, wenn man bey seiner Auflösung gleich keine andere, als Gold- und Silbertheile erhält, dennoch kein chemisches Element zu nennen, so lange man nicht auch zeigt, daß es ein wahrer, und eigentlicher Bestandtheil andrer Körper sey.

§. 232.

(*a*) Succow in der physischen Scheidekunst.
(*b*) Baumé Experimentalchemie IV. Klasse VIII. Art.

§. 232.

Beobachtung, und Versuche. I. Das Licht, was es nur immer seyn mag, gehet durch Glas, Krystall, Luft ꝛc. 2.) Aus allen, auch aus den kältesten Körpern, sogar aus einem elektrisirten Eise, wenn es von einem unelektrisirten berühret wird, brechen Feuerfunken hervor. II. Wenn die Lichtstralen mit einer Linse, oder einem Hollspiegl gesammelt werden, schmelzen oder verkalchen sie einen schmelzbaren Körper, entzünden einen brennlichen, trocknen einen feuchten aus, und bringen jede Aenderung hervor, die wir sonst von einer Flamme oder anderm Feuer erhalten. III. Die Luft läßt sich mit keiner Gewalt durch Glas oder Krystall dringen, 2.) die bewegte Luft setzt die nächste gleichfalls in Bewegung, weil sie von dieser nicht durchgelassen wird. 3.) Körper, aus welchen wir beym Elektrisiren häufiges Feuer erhalten, gestatten der Luft keinen Durchgange, z. B. die Metalle.

I. **Es ist also in der Natur ein flüßiger, höchst feiner Körper vorhanden, dem besondere und von der Luft zerschiedene Eigenschaften zukommen.**

II. Dieser befindet sich auch in den **kältesten Körpern.**

III. **Und kann von dem Lichte nicht ganz zerschieden seyn;** wenn man je von gleichen Wirkungen (II. Vers.) und Eigenschaften auf eine ähnliche Ursache den Schluß machen darf.

* Alleine aus allem dem läßt sich noch nichts vollständiges von der Natur des reinen Feuers angeben; es

müssen mehrere Stücke auseinander gesetzt werden, und alsdann auch wird es noch schwer fallen, entscheidend zu reden.

§. 233.

In allen drey Reichen der Natur finden sich brennliche Körper vor. Aus dem **Mineralreiche** erhalten wir Schwefel, Steinkohlen ꝛc. Aus dem **Pflanzenreiche** Holz, Rinden, Blätter ꝛc. allerhand Oele, Harz, Gummi ꝛc. Aus dem **Thierreiche** Schmalz, Unschlitt ꝛc.

§. 234.

Versuche mit diesen Körpern. I. Werden sie in geschlossenen Gefässen, oder im offenen Feuer chemisch untersuchet, erhält man 1.) ursprünglich riechende Geister (Spiritus nativos odoratos), 2.) Wasser, 3.) flüchtiges saures, und alkalisches Salz, 4.) Flüchtiges, riechendes, und saures Oel, 5.) Ein mehr fixirtes Oel, 6.) Kohlen. II. Stellt man eine besondere Untersuchung von jedwedern dieser Bestandtheile an: so zeigt sichs, daß nur die Kohlen, und die Oele entzündlich sind.

I. **In diesem Oele, und in diesen Kohlen muß also allein der Grund zur Entzündung liegen;** denn sonst müßten sich auch die übrigen mitverbundenen Körper entzünden lassen.

II. Will man sodenn der Natur des Feuers näher kommen: **so muß man es an diesen beyden Dingen versuchen und sehen, ob, und welche fernere Bestandtheile sie haben.**

§. 235.

Weitere Versuche. I. Wenn das in der vorigen Operation erhaltene Oel öfters destillirt wird, so überkömmt man, sonderbar in der ersten Destillation, abermal Wasser, und einen schwarzen kohlartigen Körper. II. Die Kohle, wenn man sie in offenem Feuer verbrennt, läßt Aschen zurück, und die ausgelaugte Asche giebt Erden, und alkalische Salze. 2.) Wird aber diese Kohle in einer Retorte von aller Feuchtigkeit befreyt, und dann mit Feuer getrieben, so glüht sie, ohne, daß sich mehr Dünste zeigen. 3.) Und nach Erkaltung der Retorte findet sich die alte Kohle in dem nämlichen Gewichte vor (*a*). III. Das durch wiederhollte Destillationen sehr gereinigte Oel, oder in der Sprache der Chemiker, das **Alkohol** haben **Boerhaave**, und **Geofroy** auf folgende Art weiter untersucht: sie erhitzten es, bis es rauchte, und dann brachten sie es unter einen wohlgereinigten Recipienten, der oben eine kleine Oeffnung hatte, welche etwa ein kleiner Finger decken konnte. Der Recipient wurde anfangs völlig undurchsichtig; die Wärme stellte ihm aber seine Durchsichtigkeit nach und nach wieder zurück. 2.) Nun brachten sie eine Flamme darunter, und sogleich ward der Recipient mit Feuer erfüllt, welches aber eben so augenblicklich wieder verschwand, dennoch hatte es das Alkohol entzündet, so alsdann auf der Oberfläche immer fortbrann, und sich langsam verzehrte. 3.) Diese ganze Zeit hindurch gieng ein ganz dünner Dampf durch die obere Oeffnung hin, der sich durch eine hingehaltene Flamme nicht nur nicht entzünden ließ, sondern dieselbe auch auslöschte. 4.) An den Wänden des Gefäßes aber zeigte sich ein flüßiger Körper in Gestalt wäßriger Streifen, der nachmals in der Untersuchung etwas salzig, und unentzündlich befunden ward. IV. Das nämliche konnte man

nach

(*a*) Baumé erläuterte Experimentalchemie p. 242.

nach allen Theilen beobachten, als das Alkohol auf reinen Kohlen unter dem Recipienten selbst auffott. V. Wenn man auch das reinste Oel nochmal destillirt: so bleibt doch allemal eine obschon sehr geringe Quantität Erde zurücke.

I. **Nicht nur in dem noch unreinen, auch in dem bestens destillirten Oele ist noch Wasser und Salz enthalten.** Der Dampf, welcher den Recipienten anfangs die Durchsichtigkeit raubte, und die an seinen Wänden erzeigte säurlechte Wasserstreife beweisen es.

II. **Es enthält auch Erdtheile.** (V. Vers.)

III. **Mithin kann auch das reinste Oel, oder das Alkohol nicht als ein chemisches Element angesehen werden.**

IV. Weil sich ferner weder Erde noch Wasser entzündren läßt: **so muß die letzte Ursache des Entzündens in der Gegenwart der feinsten Feuertheilchen** (§. 232. I. Folges.) **liegen.**

V. Weil aber diese Fenertheilchen aller Orten, auch in den unbrennlichen Körpern zugegen sind (§. 232. II. Folges.), und aus ihnen durch die Electricität wirklich erhalten werden: **so müssen sie, um das brennliche Wesen auszumachen, in großer Menge, und auf eine besondere Art in dem brennlichen Körper fixirt seyn,** so wie sie es in dem reinen Oele, und in der Kohle sind.

VI. Das brennliche Wesen wird also in einem **flüßigen Zustande,** in dem Oele, und in **einem festen:**

oder wie Baumé (a) sagte in vollkommen trockner Gestalt, in der Kohle nämlich angetroffen.

VII. **Es scheint ganz richtig zu seyn, daß die Materie, in der die Feuertheile fixirt sind, keine andere, als die Erde sey;** denn von der Kohle ist in der Retorte kein Wasser zu erhalten (§. 235. II. 2.), und dennoch ist sie brennlich: mithin sind in ihr die Feuertheile nicht durch Wasser, wohl aber durch Erde fixirt, welche bey der Zerstörung der Kohle allemal noch zurück bleibt.

§. 236.

Die in den brennlichen Körpern fixirte reine Feuertheilchen sind in der That ein chemisches Element; sie können in ungleichartige Theile nicht zersetzt werden, oder wer hat die Versuche dafür gemacht? sie sind wahre Bestandtheile des brennlichen Körpers, und machen mit andern ungleichartigen Theilen, Wasser, Erde ꝛc. einen neuen, das ist, eben den brennlichen Körper aus. Beydes und nicht mehr haben wir zu einem chemischen Element erfordert (§. 231.).

* Da die Lichtstralen von den Feuertheilchen nicht ununterschieden sind, müssen sie mit dem reinen Feuer, oder mit dem Feuerelement einerley Natur haben. Daß aber ein Körper davon entzündet werden kann, müssen sie häufig im Brennpunkte versammelt werden (§. 232. II.) und diese Versammlung ersetzt das, was in dem brennlichen die Fixirung thut.

* * Die

(a) Experimentalchemie p. 226.

* * Die fernern Eigenschaften des Feuers werden wir füglicher an einem andern Orte bestimmen können.

§. 237.

Beobachtungen über die Luft und das Wasser. I. Die Luft ist flüßig, und bleibt es bey jedem Grad der Kälte, so sehr man diese immer bis itzo durch Kunst vermehret hat. 2.) Das Wasser verliert seine Flüßigkeit bey einem gewissen Grad von Kälte, der jedoch nach Zerschiedenheit des Wassers nicht allemal der nämliche ist. II. Die Luft läßt sich zusammen drucken. 2.) Das Wasser nicht so leicht, und wenn die Florentinischen Versuche (*a*) schon nicht erweisen, daß es seine Figur und vorige Ausdehnung wider jeden Druck erhalte: so ist es doch gewiß, daß sich die Luft in diesem Stücke von dem Wasser ganz besonders ausnehme. III. Die Zerschiedenheit der specifischen Schwere des Wassers von jener der Luft ist ungemein groß.

* Daß die Luft schwer sey, habe ich eben insonderheit noch nicht bewiesen, doch habe ich bewiesen, daß die Schwere eine allgemeine Eigenschaft aller Körper sey (erster Theil §. 132. u. vorgeh.); es wird aber in der Folge auch aus besondern Erfahrungen dargethan werden. In Bestimmung ihrer specifischen Schwere sind die Meinungen ganz zerschieden, theils weil immer nothwendig Wasser mit der Luft vermischt ist, theils weil das Wasser selbst unter sich sehr zerschieden gefunden wird. Herr van Muschenbrück giebt von der specifischen Schwere der Luft gegen jene des Wassers als das kleinste Verhältniß 1 : 606 und für das größte 1 : 1000 an.

* * Die

(*a*) Sieh auch die Abhandlung de aquae elasticitate P. Josephi Herbert, Viennae 1774.

** Die Auctorn sind auch gar nicht einig, wie weit sich die Luft zusammendrücken lasse. Amontons will durch die genauesten Versuche gezeigt haben, daß ihr Raum auf $\frac{1}{800}$, und Hallesius, bis auf $\frac{1}{1551}$ Theile gemindert worden sey. Durch das Feuer kann sie auch in einen unglaublichen Raum ausgedehnet werden. Hartsöker ist der Meynung, sie könne einen 4000 mal größern Raum erhalten: andere wollen der durch das Feuer ausgedehnten Luft gar einen 520000 mal größern Raum zugeben. Bernoull hat gefunden, daß sich die Ausdehnung der Luft im siedenden Wasser zu jener am heißesten Sommertage in Petersburg wie 6 : 4, und zu der bey der größten Kälte im Winter wie 6 : 3 verhalte.

I. Die Luft hat besondere Eigenschaften, die sich in dem Wasser nicht äußern.

II. Wenn also nicht besondere Erfahrungen zeigen, daß das Wasser in die Luft, oder diese in Wasser abgeändert werden kann: müssen Luft und Wasser als verschiedene Körper angesehen werden.

§. 238.

Fernere Versuche von Luft und Wasser.

Eine hohle gläserne Kugel, welche in einem trocknen Zimmer nach der genauesten Untersuchung ebenfalls ganz trocken befunden worden, bringe man vollkommen geschlossen, und durchsichtig in einen kältern Ort, und beobachte sie nach einer kurzen Zeit wieder sehr genau. Die äußere Oberfläche dieser Sphäre hat sich ganz trocken erhalten, an der innern aber hat sich ein ganz feiner und zarter Dampf angelegt, der dem Glase zum Theile seine Durchsichtigkeit raubte. 2.) Ueberträgt man diese Kugel in einen noch kältern Ort: so wird sich dieser

Dampf

Dampf immer vermehren, und endlich an den Wänden abrinnen: die abrinnenden Tropfen aber werden sich in eine merkliche Quantität Wasser versammeln. 3.) Wird alsdann eben diese Sphäre in einen warmeu Ort zurückgebracht, verschwindet das Wasser nach und nach, und das Glas ist wieder vollkommen trocken, und so durchsichtig, als es vorhin gewesen ist. (*a*)

I. Auch mit der trockensten Luft ist Wasser vermischt.

II. Dieses Wasser hat auch in der Luft ganz andere Eigenschaften, als die Luftstheilchen selbst. Oder wo ist jemal die Luft durch die Kälte in Wasser verwandelt worden? oder warum wird nur diese bestimmte Quantität Luft in Wasser umgeschaffen, warum nicht alle?

* Warum nur ein Theil, und zwar nach Proportion der Kälte, immer ein größerer Theil Wasser von der Luft abgesöndert werden müsse, werde ich unten ganz deutlich erklären.

§. 238.

Die Luft ist ein wahres chemisches Element. Sie ist nicht aus andern Körpern zusammgesetzt, und läßt sich in keine andere ungleichartige Theilchen zersetzen, und dennoch ist sie ein Bestandtheil fast aller Körper, wie wir es bey der Fäulniß, und andern Auflösungen der Körper beobachten, (I. Theil. §. 52. VI. Anmerk.) mithin ist sie ein chemisches Element (§. 231.).

§. 239.

(*a*) Le Roy Mem. de l'Acad. Parif. A. 1751. und meine Abhandlung de Vaporibus §. VIII.

§. 239.

Auch das Wasser muß unter die chemischen Elemente gezählet werden; denn es gilt auch von ihm eben das, was wir bisher von dem Feuer, und der Luft bewiesen, nämlich, man hat von ihm durch keine Auflösung andere als gleichartige Theile erhalten, noch selbes aus ungleichartigen Körpern zusammensetzen können. Und dann findet sich beynahe in allen Körpern Wasser als ein Bestandtheil vor, weil es bey den meisten Auflösungen in offenem Feuer sowohl, als in der Retorte von selben geschieden wird (§. 234. 2. §. 235. I.). Folglich ꝛc.

* Marggraf (*a*) schien zwar das Gegentheil erprobt zu haben, da er auch nach einer mit größter Behutsamkeit 20 mal wiederhollten Destillation immer selenitische Erde erhielt: aber eine noch genauere Untersuchung entdeckte, daß die Erde nicht von dem Wasser, sondern von der Retorte abgesondert worden sey. Wahr ist es, Herr Marggraf fand in dem Glase keine Ungleichheit, oder Verletzung: aber als die Retorte abgewogen wurde, zeigte sichs, daß sie jedesmal eben soviel an dem Gewichte verloren hatte, als die Erde auswarf.

* * Auch die Versuche des Halles (*b*) beweisen das Widerspiel nicht hinreichend; denn das Wasser, wie selbes auf die Erde hingegossen, oder auch von den Pflanzen eingesaugt wird, hat sehr viele Erde in sich, welche nach und nach in den Pflanzenkörper übergeht.

§. 240.

Beobachtungen und Versuche über die Erde. In allen Körpern, die nur immer zertrennt werden

(*a*) Chemische Schriften.
(*b*) Statik der Gewächse.

den können, trift man glasartige Erde an. 2.) Diese Erde hat zwar dem Scheine nach verschiedene Eigenschaften, je nachdem sie mit zerschiedenen andern Theilen verbunden ist: im Grunde aber hat man durch eine Menge von Versuchen (a) gefunden, daß ihre Haupteigenschaften von einerley Art sind. 3.) Sie ist für sich selber nicht flüßig, und kann nur durch Beysatz bey einem sehr großen Grad von Hitze zum Fließen gebracht werden. 4.) Es ist in der Chemie kein richtiger Versuch bekannt, durch welchen die Erde in ungleichartige Bestandtheile wäre aufgelößt worden.

I. **Die Erde ist von Wasser, Luft, und Feuer unterschieden.** Sonst wäre sie flüßig (n. 3.).

II. **Die Erde ist ein wahres chemisches Element** (§. 231.).

III. **Die Zerschiedenheit der Erdarten muß nicht dem Elemente,** das unveränderlich ist, **sondern den verschiednen mit dem Elemente verbundnen fremden Theilen zugeschrieben werden.**

IV. **Es sind also Feuer, Luft, Wasser, und Erde vier zerschiedene Körper, und als wahre chemische Elemente** zu betrachten.

* Diesen vier Elementen zählen einige auch ein salziges Wesen bey (principium salinum). Der große Boerhaave scheint allerdings beyzupflichten. Ich will auch meine Gedanken ganz kurz hievon erklären.

§. 141.

(a) Baumé in der erläuterten Experimentalchemie IV. Klasse von der Erde.

§. 241.

Das Salz wird von den Chemikern als ein Körper beschrieben, der sich im Wasser auflöset, sich allein nicht entzünden läßt, und auf der Zunge einen sich eignen Geschmack verursachet. 2.) Die allgemeinste Eintheilung der Salze ist in **saure** und **alkalische**, und die zerschiedenheit von beyden ist sehr groß.

* Genauere Abtheilungen der Salze überlasse ich den Chemikern; hier gehet mein Absehen weiter nicht, als zu untersuchen, ob ein salziges allgemeines Wesen, das sich nimmer in andere Körper zersetzen läßt, mit Grund noch behauptet werden könne.

§. 242.

Versuche, und Beobachtungen. I. Aus allen Gattungen der Salze erhalten wir Wasser, Luft, und Erde. Daß auch Feuer in den Salzen sey, läßt sich gar nicht zweifeln, denn das befindet sich in allen Körpern (*a*) (§. 232. II. Folg.). II. Wenn mit 3 Unzen Terpentinöl eben so viel Vitriolöl in einer Retorte versetzt wird, doch so, daß man dieses nur Tropfenweise nach und nach hineinläßt: so entsteht bey jedesmaligen Zugießen, eine sehr heftige Bewegung in dem Oele, es erscheinen häufige Bläschen, und ein weißer Rauch steigt in großer Menge davon in die Höhe. 2.) Nimmt man aber mit eben dieser Mischung die Destillation in dem Sand-

---

(*a*) Baumé erläuterte Experimentalchemie IV. Klasse von den salzigen Substanzen.
Mem. de l'Acad. Roy. de Sciences. 1704.
Instit. Chem. Exper. XXXII. von Spielmann.

Sandbade vor, und fährt in derselben so lange fort, als ein flüßiger Körper hinüber geht: so zeigt sich in der Vorlage eine diluirte Säure, und ein dickeres Oel; in der Retorte aber bleibt eine unschmackhafte und schwarze Erde zurücke.

* Dergleichen Versuche werden von andern noch viele angeführt; weil sie aber mit diesen viel ähnliches haben, übergehe ich sie. Man mag sie alle in des H. Spielmanns Abhandlung de Principio Salino lesen.

I. **Die Salze haben Eigenschaften welche in keinem Elemente insbesondere entdeckt werden.** (141.)

II. **Sie sind**, wie sie in der Natur gefunden, und durch die Kunst gesucht werden, **ein zusammengesetzter, ungleichartiger Körper.**

III. Doch scheinen mich die besondern Eigenschaften zu berechtigen, **ein salziges Wesen als ein besonders Element anzusehen, so lange nicht gezeigt wird, daß sie aus der Vermischung anderer Elemente entstehen können.**

§. 243.

Die hier angezogenen, und allen diesen ähnlichen Versuche scheinen nicht hinlänglich zu beweisen, daß kein unzerstörliches salziges Wesen in der Natur vorhanden sey. Denn 1.) ist das in die Vorlage übergetriebene Wasser noch salzig befunden worden. 2.) Ist bey der nach und nach vorgenommenen Vermischung ohne Zweifel viel

Sal-

Salziges durch den Rauch in die Luft übergegangen. 3.) Die schwarze zurückgebliebene Erde wird zwar als unschmackhaft angegeben; dessen ungeachtet kann sie doch noch vieles Salz in sich enthalten. Wer dieß verneinen wollte, müßte diese Erde im offenen Feuer zerstören, den Rauch auffangen, und den Ruß neuerdings untersuchen. Ferner kann auch viel salziges Wesen in den Körpern seyn, ohne daß es auf die Zunge eine Wirkung zu machen fähig ist, weil es von andern Theilen eingewickelt wird, wie z. B. im Weinmoste, Zucker und dergleichen. Daher scheinen mir diese Versuche die Sache noch nicht vollkommen entschieden zu haben.

I. **Es kann also noch immer ein einfaches salziges Wesen mit ziemlichen Gründe behauptet werden,** bis genauere Untersuchungen erproben, daß ein Salz zerstört, oder von andern nicht salzigen Materien zusammengesetzt werden könne.

II. **Dieses salzige Wesen muß aber wohl von allen Gattungen des Salzes,** wie sie in der Natur vorkommen, **unterschieden werden;** denn diese sind gewiß keine Elemente. (§. vorherg.)

III. **Eben dieser salzige Urstoff muß verschiedene Salze hervorbringen,** wenn die Proportion der übrigen Elemente, mit denen er sich verbindet, oder auch die Art der Verbindung selber verschieden ist

* Sehr viele und große Chemisten sind der Meinung, daß das Salz nichts anders als eine Zusammensetzung von Wasser, und einer ganz feinen Erde sey. H. Baumé widerlegt sie dadurch (a), daß auch in jedem Wasser

(a) Experimentalchemie 4te Klasse von den salzigen Suostanzen p. 310 — 312.

Wasser eine aufgelößte Erde anzutreffen ist, und mithin jedes Wasser als ein Salz anzusehen wäre: deßwegen fodrt er (a) zur Zeugung des Salzes auch die zwey übrigen Elemente, Feuer und Luft. Da ich mich aber noch nicht überzeugen kann, daß kein einfaches salziges Wesen in der Natur seye, welches durch die manvigfaltigen Verbindungen mit andern Elementen zerschiedene Gattungen des Salzes erzeuge, so kann ich auch des H. Baumé Meinung nicht beypflichten, und glaube, bis die Sache durch weitere Versuche entschieden wird, mit dem großen Boerhaave unterdessen wohl daran zu seyn, wenn ich das Daseyn eines allgemeinen salzigen Wesens nicht läugne, und zugleich behaupte, daß dieses mit andern Elementen vereiniget der Urstoff von zerschiedenen Salzen sey, selbst aber nicht weiter aufgelöset werden möge.

§. 244.

I. Im ganzen **Thier- und Pflanzenreiche** ist kein Körper anzutreffen, den die Chemie nicht aus den bisher beschriebenen Elementen zusammgesetzt befunden hat. II. Die **unvollkommenen Metalle** werden durch einen größern Grad der Wärme zu Glas gemacht, (vitrificantur), und durch ein beygesetztes Phlogiston wieder hergestellt (reducuntur). III. **Gold, Silber** und **Merkurius** hat man zwar 1.) noch nicht zerstören können, 2.) doch werden sie auch niemal als Bestandtheile anderer Körper angetroffen. IV. Die **Steine**, welche sich zermalmen, und zerstöhren lassen, bestehen aus Erde, Salz, und Luft.

I. Die

(a) Baumé Experimentalchemie 4te Klasse von den salzigen Substanzen P. 313.

I. Die Pflanzen, und thierischen Körper sind aus den einfachen chemischen Elementen, zusammengesetzt; und haben ihre Verschiedenheit der zerschiedenen Proportion der Elemente, und der Art ihrer Vermischung zu verdanken.

II. Auch die unvollkommenen Metalle sind nichts, als Glastheile, und brennliches Wesen.

III. Im Golde, Silber, und Merkurius herrscht zwar eine weit vollkommnere Verbindung der Theilchen, als in den unvollkommenen Metallen (III. 1.); doch sind auch sie nicht für Elemente zu erkennen (III. 2. und §. 231. II.), sondern haben wahrscheinlicher Weise mit den unvollkommnen Metallen die nämlichen, und nur vollkommener vermischte und vereinigte Elemente zum Urstoffe.

IV. Ein gleiches scheint auch von den Steinen vollkommen seine Richtigkeit zu haben.

V. Es läßt sich also kaum mehr zweifeln, daß alle Körper oder aus **Feuer, Luft, Wasser, Erde,** und **Salze** zugleich, oder doch gewiß aus einigen dieser **fünf Elemente** zusammen gesetzt seyn.

* Hier ist der Ort noch nicht von den Körpern, die wir in dem dreyfachen Reiche der Natur als Zusammensetzungen

setzungen von chemischen Elementen antreffen, selbst zu reden; dafür habe ich den vierten Theil meiner Naturlehre bestimmt: nur die Anzahl der chemischen Elemente wollte ich festsetzen und hinfort von diesen alleine im gegenwärtigen Theile handeln, doch so, daß ich die Elemente nicht mehr als reine Elemente, sondern, wie sie in der Natur sind, betrachten werde. Denn eines, wie das andere, wenn ich vielleicht die Lichtstralen allein ausnehme, ist schon mit andern verbunden; so giebt es in der Flamme und in der Luft Wasser, Erde und Salztheile, in dem Wasser, Luft, Erde, und Salz, in der Erde und im Salze abermal eine Vermischung von andern fremden Theilen ꝛc. — Ich mache den Anfang von dem Feuer.

I. Abschnitt.

Von dem Feuer.

Das **Feuer**, oder vielmehr die Flamme entsteht meistentheils aus der Wärme, oder folget wenigst auf dieselbe. Die **Flamme** bringt das Licht hervor: die natürliche Ordnung erfordert also bey der Untersuchung des Feuers, daß ich zuerst von der **Wärme**, hernach von der **Flamme**, drittens von dem **Lichte** handle, und zuletzt auch dasjenige untersuche, was noch ferner mit dem **Feuer** verbunden ist.

I. Kapitel.

Von der Wärme und Kälte.

§. 245.

Einen undeutlichen Begrif von der Wärme und Kälte hat jedermann, einen deutlichen wollen wir uns durch genaue Beobachtungen und Versuche verschaffen.

I. Versuche und Beobachtungen über das Entstehen der Wärme.

1.) Wenn ein Körper stark über einen andern gerieben wird, so wird er warm, und bis zur Entzündung erhitzt; auf diese Weise ist manchmal die Achse, um die sich das Rad schnell gedrehet hatte, entzündet worden. 2.) Die Wärme entsteht auch, wenn ein Körper schnell nacheinander geschlagen wird, besonders wenn er in einem großen Grade elastisch ist. 3.) Man nimmt auch bey vielen chemischen Auflösungen eine Wärme wahr. So erhitzt sich die rauchende Säure (acidum nitri fumans, acidum concentratum), die sie mit einem öhlichten Körper z. B. mit Terpentinöl vermischt wird, bis selbst zur Flamme.

I. In allen diesen dreyen Fällen muß eine Bewegung der kleinsten Theile im Körper entstehen. Sie ist eine nothwendige Folge von dem Reiben und Schlagen, und ein wesentliches Stück zu chemischen Auflösung (§. 96.).

II. Es ist also mit dem Entstehen der Bewegung in diesen Fällen das Entstehen

der Wärme verbunden; ja, da die Wärme, wie das Reiben und Schlagen und die Auflösung zunimmt, so wächst sie auch mit dem Grade der Bewegung.

§. 246.

II. Besondere Versuche und Beobachtungen mit den Lichtstralen.

1.) Wie minder schief die Stralen auffallen, desto mehr erwärmen sie. Der Schnee auf schiefen Anhöhen, und Dächern schmilzt früher, als der auf der Ebene liegt. 2.) Werden die Lichtstralen durch Brenngläser, und Hohlspiegel in einen Punkt versammelt, so a) erwärmen, und erhitzen sie die Körper nicht nur, sondern sie schmelzen, verkalchen, und verglasen sie auch nach ihrer zerschiedenen Anlage zum einem oder zum andern. Ferner b) wenn man die Fläche des Spiegels mit dem Raume vergleicht, in welchem das Schmelzen ꝛc. vorgeht, so befindet sich die Wirkung dieser Gläser weit größer, als sie in Rücksicht auf die Vielheit der Lichtstralen allein seyn sollte. c) Wenn auch das empfindlichste Thermometer ganz nahe an den Brennpunkt so hingehalten wird, daß es von diesem nur nicht berührt werde, zeiget sich nicht die geringste Aenderung.

I. **Die Lichtstralen erwärmen allemal, und besonders dort,** wenn sie durch Gläser und Spiegl in einen Punkt zusammengedrängt werden.

II. **Diese Wärme kann durch die Vielheit der Lichtstralen allein nicht erkläret wer-**

werden; sonst müßte sie sich genau wie diese verhalten (2. Beob. b).

III. Die Lichtstralen, so lange sie ordentlich fortgehen, oder sich auch in dem Brennpunkte durchkreuzen, scheinen eben nichts zu erwärmen, wenn sie auch noch so häufig sind; denn ganz nahe an dem Brennpunkte zeiget sich schon keine Wirkung der Wärme mehr auf dem Thermometer (2. Beob. c), welches doch unfehlbar geschehen müßte, wenn die Wärme in dem Brennpunkte so einen großen Grad erreichet hätte.

IV. Die Wärme entsteht erst, wenn die Stralen auf einen andern Körper auffallen.

* Da hier und im folgenden von dem Brennpunkte geredet wird, muß man sich keinen eigentlichen mathematischen Punkt, sondern blos einen merklichen und noch sehr theilbaren Raum einbilden, in welchem eine ziemliche Menge Lichtstralen versammelt ist.

§. 248.

Das Auffallen der auf besagte Weise versammelten Stralen kann nicht geschehen, ohne daß die Lichttheile auf dem Körper zusammenstossen, und in diesem nicht nur die dem Licht ähnlichen Theile (§. 232. I.) selbst in eine Bewegung nach allen Richtungen, sondern auch die kleinen elastischen

Kör=

Körpertheilchen in eine zitternde Bewegung versetzen. Die so versammelten Lichtstralen gestalten einen Konus, aus dessen Grundfläche die Theile von allen Richtungen gegen die Spitze zu bewegt werden: sie müssen also nach eben diesen Richtungen auf den Körper hinstossen, und theils durch die ersten Flächen desselben eindringen, theils davon zurückgeprellt werden, und im Zurückprellen wieder auf sich selber untereinander aufstossen; alles dieses kann man sich nun nicht denken, ohne daß die Körpertheilchen selbst zum Zittern und zu elastischen Schwingungen, und noch mehr die im Körper sich befindlichen Feuertheilchen zu einer schnellen Bewegung nach allen Richtungen gereizet werden.

* Wenn von der Wärmebewegung die Rede ist, wird sie meistentheils beschrieben, daß sie eine verwirrte, und nach allen Richtungen sehr geschwinde Bewegung sey. Ich bin mit dieser Beschreibung allerdings verstanden, wenn sie die Feuertheilchen allein betrift. Wie aber diese Bewegung den noch wirklich zusammenhangenden Theilchen des festen Körpers möge zukommen, verstehe ich nicht, und glaube es könne weder deutlich erkläret, noch eine hinlängliche Ursache angegeben werden. Ich bediene mich also des Ausdruckes: eine zitternde, oder schwingungsförmige Bewegung: diese muß aus den erklärten Ursachen entstehen, und ist schon erklecklich alles was zur Wärme gehöret, deutlich zu erklären.

I. Es kömmt also bey den Wirkungen der Brenngläser neben der Vielheit der Licht-

Lichtstralen hauptsächlich noch eine Bewegung in die Rechnung, die erst dann entstehet, wenn der Körper in den Brennpunkt versetzt wird; denn ohne diese durchkreuzen sich die Stralen ordentlich, und bilden über den Brennpunkt hinaus den zweyten Konus, der mit dem vorigen einen gemeinschaftlichen Spitze hat, wie man es in einem finstern Orte ganz deutlich beobachten kann.

II. Diese Bewegung ist aber jedesmal mit einer Wärme vergesellschaftet.

III. Es bleibt daher allgemein wahr, daß das Entstehen der Wärme oder die Bewegung selber sey, oder doch allemal zugleich mit dieser ihr Daseyn erhalte. Denn so oft ein Körper durch Reiben, Schlagen, chemische Auflösungen (§. 245. I. II.) oder durch versammelte Lichtstralen erwärmet wird, geht, und muß eine Bewegung in ihm vorgehen.

§. 248.

III. Fernere Versuche von der Mittheilung der Wärme.

1.) Körper, die man zu zerschiedenen Graden erwärmt befunden hat, kommen nach und nach, wenn sie eine Zeitlang am nämlichen Orte, im nämlichen Zimmer gestanden haben, alle zu einem gleichen Grade von Wärme. 2.) Der wärmere Körper verliert von seiner Wärme soviel, als der minder warme nöthig hat, um zu einem gleichen Grade mit ihm zu gelangen,

langen, das ist, er verliert den halben Theil seines Uebermaaßes über den kältern Körper. 3.) Wie dichter und größer der zu erwärmende Körper ist, desto mehr muß dem zuvor wärmern entgehen. 4.) Der Verlurst der Wärme geschieht auch geschwinder, wenn eine größere Fläche des wärmern Körpers von dem kältern berührt wird. 5.) Alles dieses läßt sich auch an unserm eigenen Körper beobachten.

I. Da das Entstehen der Wärme oder die Bewegung selbst, oder doch mit dieser allzeit vergesellschaftet ist (§. vorg. III.): **so muß bey der Mittheilung der Wärme auch eine Bewegung mitgetheilet werden,**

II. **Und diese wird in der That so mitgetheilt,** daß die Gesetze der Bewegung dabey beobachtet zu werden scheinen (2. 3. 4.).

§. 249.

Beobachtungen und Versuche von den Wirkungen der Wärme.

1.) Durch die Wärme werden die Metalle erweicht, sie lassen sich biegen, leichter hammern, und ohne besonderm Beschwerniß in alle Figuren zwingen, wenn sie erhitzt werden. 2.) Bey einem höhern Grade von Wärme fangen sie allerdings zu fließen an. 3.) Die Wärme dehnet nicht nur die Metalle, sondern auch andere Körper, feste sowohl als flüßige in einem obgleich noch nicht bestimmten Verhältnisse aus. 4.) Alle flüßige Körper, mit denen sich der Versuch im Geschirre machen läßt, kochen von der Wärme auf, wenn diese auf einen gewissen, jedoch nach Art der flüßigen Körper selbst zerschiedenen Grad gestiegen ist.

* Obschon die Körper, besonders alle Metalle durch die Wärme nach allen Richtungen, ausgedehnt werden, so sind doch die Grade der Ausdehnung unter sich sehr verschieden. Muschenbroeck (a) hat in diesem Stücke die mühsamsten Versuche durch ein von ihm selbst erfundenes Instrument (Pyrometrum, oder Feuermesser) gemacht, und entdeckt: 1.) daß jeder Körper bey jedem bestimmten Grade der Hitze eine gleichfalls bestimmte, aber von andern Körpern wieder ganz zerschiedene Ausdehnung habe. 2.) Daß zwar die Ausdehnung mit der Wärme, jedoch in keinem ordentlichen Verhältnisse zunehme. 3.) Unter den Metallen wird zum geschwindesten das Zinn, nach diesem das Bley, hernach Silber, Meßing, rothes Kupfer, und zum langsamsten das Eisen ausgedehnt. 4.) Bey den flüßigen Körpern hat er folgende Ordnung im Ausdehnen gefunden. Luft, Alkohol, Steinöl, Terpentinöl, Rübenöl, destillirter Eßig, Wasser, Salzwasser, Scheidewasser, Vitriolöl, Salpetergeist, und endlich Merkurius.

** Aus dem, daß die Körper durch die Wärme, und zwar in einigem Verhältnisse mit derselben ausgedehnet werden, sieht man wohl die Möglichkeit eines Instrumentes ein, womit man die Grade der Wärme messen könnte, das ist, eines sogenannten Thermometers. Man sieht aber auch nichts destoweniger, daß ein solches Instrument keine absolute Vollkommenheit erreichen kann, weil zwischen der Wärme und der Ausdehnung der Körper kein vollkommen bestimmtes Verhältniß ist. Wir wer-

(a) Comment. Tentam. Florent. P. II. pag. 12.

werden weiter unten Gelegenheit haben, besonders von dem Thermometer zu reden, und der undeutliche Begrif, den wir itzt noch davon haben, soll uns blos zum Verständnisse der Versuche, die wir bald hernach anzeigen werden, erklecklich seyn.

§. 250.

Auch diese Wirkungen sind Wirkungen der Bewegung, und lassen sich leicht erklären, wenn man annimmt, daß nicht blos die Feuertheilchen, sondern auch die übrigen Bestandtheile des erwärmten Körpers in Bewegung gesetzt werden. Das erste ist für sich selber klar, wenn man die Wirkungen der Wärme nur ein bischen genau erwägt. Aber auch das zweyte hat seine gute Richtigkeit. Denn 1.) es entsteht leicht an unserm eigenen Körper die Empfindung der Wärme, sobald seine Theile von einem andern wärmeren Körper in Bewegung gebracht werden, und diese Empfindung wächst mit der Bewegung. 2.) Die Metalle müssen durch die Bewegung der Feuertheilchen **weicher** werden, weil diese durch sich, und durch die Bewegung anderer Theile die Kräfte des Zusammenhanges schwächen, und eben darum 3.) werden die Metalle auch **flüßig**, wenn bey einem höhern Grade der Wärme, oder, was eines ist, der Bewegung dieser Zusammenhang noch mehr gemindert wird. 4.) Die **Ausdehnung** ist ebenfalls eine Folge der beschriebenen Bewegung. Oder wie sollen die Feuertheile hin und her bewegt werden, und die andern zittern, ohne daß der Innbegrif des Körpers wächst? 5.) Endlich muß das **Aufsieden** der flüßigen Kör-

Körper aus der Bewegung für sich selber entstehen, sobald nicht nur die untern flüßigen Theilchen wegen der kleinern Entfernung vom Feuer, sondern auch die sich überall befindliche Luft in den untern Theilen des Geschirres mehr ausgedehnt, und specifisch leichter, als die übrigen Theile werden.

§. 251.

So lange nicht fernere Versuche das Gegentheil beweisen, bleibt es allerdings richtig, daß die Wärme nichts anders sey, als eine sehr geschwinde Bewegung, bey welcher die Feuertheilchen des Körpers durcheinander geworfen, und dadurch die Theile des Körpers selbst schwingungsförmig (I. Th. §. 28. III.) in den Sphären der anziehenden, und zurücktreibenden Kräfte hin und her beweget werden. Diese Bewegung geht wirklich in allen warmen Körpern vor (§. 244. I. Folges. 247. III.). Es lassen sich alle Wirkungen und Erscheinungen durch sie allein erklären (§. vorgeh.). Wirklich hat man keinen Grund, der uns offenbar vom Gegentheile überzeugte. Mithin bleibt dieser Satz immer fest, solange ihn nicht neuere überzeugende Erfahrungen für die entgegengesetzte Meinung umstossen.

I. Was immer die hier beschriebene Bewegung vermehrt oder vermindert, das mehrt oder mindert auch die Wärme.

II. Die Wärme wächst also durch öfters und anhaltendes Reiben, Schlagen ꝛc. (§. 245.) Versammlung der Lichtstralen (§. 246.), durch die Gährung ꝛc. weil bey allen diesen Umständen die Bewegung vermehret wird.

§. 252.

Beobachtungen und Versuche. Wenn ein warmer Körper der freyen Luft ausgesetzt wird, erkaltet er um so mehr, und um so geschwinder, je kälter die Luft selber ist. 2.) Bläst zu gleicher Zeit ein Wind, so geschieht das Erkalten noch geschwinder. 3.) Wird der warme Körper in einen dichten und kältern Körper hineingelegt, so wird er ebenfalls nach Proportion der Dichtigkeit und Kälte desselben weniger Zeit zum Erkalten nöthig haben. So wird z. B. ein heißes Stück Metall seine Wärme in der Luft sehr bald, doch bälder im Wasser, und am bäldesten im Merkurius verlieren. Ein eiserner abgekürzter Konus erkaltet in etlichen Minuten, wenn er in einen kältern und hollen metallenen Konus gesteckt wird. (a) 4.) Wird aber der nämliche Konus, oder ein anderer warmer Körper in wollene oder leinene Tücher eingewickelt, behält er seine Wärme lange Zeit zurück, und erkaltet nur ganz langsam.

I. Die Abnahm der Bewegung, die die Wärme ausmacht, steht 1.) mit der Dichtigkeit der Körper, denen selbe mitgetheilet wird, und 2.) mit der Vielheit der kal-

(a) Hamberger in Elem. Phys. §. 252.

kalten Theile, welche den warmen Körper nach und nach berühren, in einigem Verhältnisse.

* Aus diesem lassen sich schon folgende Erfahrungen erklären. 1.) Warum ein flüßiger Körper früher erkalte, wenn er bewegt wird. 2.) Warum uns ein sanfter Wind erfrischet, der oder von sich selber bläst, oder den wir mit der Hand, oder mit einem Fächer erwecken. Nämlich er schaft die vom Körper mehr erwärmte Luft hinweg, und macht, daß der Körper von noch kältern, und neuen Theilen berühret wird. 3.) Warum wir eine größere Kälte empfinden, da wir einen dichtern, als da wir einen lockern Körper berühren, ob sie gleich beyde am nämlichen Orte stehen, und den nämlichen Grad der Wärme (vermöge des Gleichgewichts der Wärme) haben: so ist die Empfindung der Kälte größer im Wasser, als in der Luft, größer an einem Marmor, als an einem Holze ꝛc.

II. Doch läßt sich durch dieses allein die Sache noch nicht vollkommen erklären, weil auch in der ruhigen Luft die Körper geschwinder erkalten, als in wollenen und leinenen Tüchern, oder Pelzwerken, in die sie etwa eingewickelt werden, obschon diese dichter sind, als die Luft.

§. 253.

Die Bewegung der kleinsten Feuer- und Körpertheilchen kann auf eine doppelte Weise gehemmet werden. Erstens, wenn die bewegten Theile auf andere fremde Theile auffstossen. Zweytens, wenn die Feuertheilchen nach und nach aus dem Körper tretten. Das erste bedarf keines Beweises mehr, und das zweyte ist eben so ungezweifelt, wenn mann bedenkt, daß die Feuertheilchen nicht nur den Zusammenhang schwächen (§. 61.); sondern durch ihre Bewegung auch andere Theile des Körpers in der Bewegung erhalten, da sie dieselben immer von der Berührung entfernen, in welcher die Kräfte des Zusammenhanges die Ruhe von sich selber hervorbringen würden.

§. 254.

Wenn wir die Sache genau untersuchen, und auf die Bewegung allein acht haben, so müßte diese in Körpern, die in wollene und leinene Tücher, oder in Pelzwerke gewickelt sind, mehr abnehmen, als in der freyen Luft; denn die Luft ist nicht so dicht, sie ist mehr elastisch, und kann also die Bewegung unmöglich so hemmen, als wie diese Tücher. Ueberdas werden ja diese Körper auch von der Luft umgeben; es müßte also die Bewegung wenigst mittelbar auch der Luft im gleichen Grade mitgetheilt werden, wenn man nach den Gesetzen der Bewegung urtheilen wollte.

I. Die Ursache, warum die in andere eingewickelten warmen Körper ihre Hitze länger erhalten, liegt nicht in dem Widerstande der berührenden Theile,

II. Sondern sie muß bey den Feuertheilchen gesucht werden, welche aus einem so eingewickelten Körper, nicht so leicht, und nicht so geschwinde austretten (§. vorg.).

* Aber warum tretten sie nicht so geschwinde, nicht so leicht aus, wenn der Körper eingewickelt ist? davon werde ich die hinlängliche Ursache weiter unten in der Zerschiedenheit der Theilchen, durch welche sich die Feuertheile nicht so leicht durchdringen können, aufsuchen, und genau beweisen, daß die Feuertheilchen in der Wolle, Leinwath, und Pelzen nothwendig in grösserer Menge zurücke bleiben, als in der freyen Luft, in die sie ungehindert übergehen.

* * Aus dem folgen die Erklärungen. 1.) Was die wollenen, seidenen, leinenen, pelzenen Kleider zur Wärme unsers Körpers beytragen. 2.) Warum ein warmer Körper nicht so gleich erkalte, wenn er von einem lockerern bedeckt wird. 3.) Warum wir manchesmal, da die Luft feucht ist, grössere Wärme an unserm Körper fühlen, als da sie trocken ist, obgleich in beyden Fällen das Thermometer den nämlichen Grad der Wärme anzeiget. 4.) Warum bey heiterem Himmel die Kälte öfters zunimmt, hingegen, wenn es wölckicht und feucht ist, nicht selten eine Schwülligkeit entsteht. Nur aus dem

hier

hie bewiesenen Theoreme läßt sich die wahre Ursache angeben.

*** Man sieht daraus ferner, warum ein Papier nicht brenne, Bley oder Zinn nicht schmelze, wenn in selbem Wasser ist; denn das Wasser hindert den zum Verbrennen sowohl, als zum Schmelzen nöthigen höhern Grad der Wärme (§. 249.). Eben darum schmilzt auch das Bley, ohne daß das Papier, an dem es genau anliegt, verbrinnen kann.

§. 255.

Die Wärme wird für sich selbst nach allen Richtungen gleich, das ist, sphärisch mitgetheilt, und fortgepflanzet, wenn sie nach allen Richtungen gleichartige Körper antrift; denn die Bewegung, so die Wärme ausmachet, geschieht nach allen Richtungen, und die Feuertheilchen gehen nach jeder Richtung gleich hin, weil man keine hinlängliche Ursache angeben kann, warum sie da häufiger, als dort hingehen sollten. Von der Luft werden sie nicht als specifisch leichtere Theile in die Höhe gedrückt, denn sie sind zu fein, und gehen ungehindert durch die Zwischenabstände der Lufttheilchen. Alle übrige Ursachen sind nach allen Richtungen gleich. Folglich ꝛc.

I. **Die Wärme müßte also, wenn alles übrige gleich wäre, im Quadratverhältnisse der Entfernung vom warmen Körper abnehmen.**

II. Die

II. Die Ausnahme von dieser Regel, kann von nichts, als von der Zerschiedenheit der Körper, die den warmen umgeben, und von den zerschiedenen Umständen bestimmet werden.

* Deßwegen ist es der Wahrheit dieses Theorems gar nicht zuwider, daß ein eisenes Stängelchen, welches an dem einen äußersten Theile glühend gemacht ist, ohne besondere Empfindung der Hitze leicht in der horizontalen, aber nicht eben in der vertikalen Richtung (so daß der glühende Theil abwärts stehe) mit der Hand gehalten werden mag. Noch weniger widerspricht es ihm 2.) Daß es in der Höhe eines gefeuerten Zimmers wärmer als am Boden sey; denn daran ist nicht die unmittelbare Fortpflanzung der Wärme Ursache, sondern es kömmt vielmehr daher, daß die wärmere Luft, weil sie mehr ausgedehnt, und specifisch leichter ist, von der andern dichtern in dem Zimmer erhöhet wird. 3.) Aus eben dieser Erhöhung der Luft wird die Bewegung einer schiefen Ebene erklärt, welche in einem Punkte beweglich ist, und ober dem Feuer, oder einem warmen Ofen aufgestellt wird. Zum Beyspiele dient ein Bratewender. 4.) Wird endlich der glühende Theil des oben erwähnten Stängelchens ins Wasser, oder in die Erde gestossen, so wird auch der übrige Theil des Stängelchens schnell erhitzet werden, weil das von dem berührten Körper durch die Hitze des Stängelchens weggedünstete Wasser die Feuertheile nach der Richtung des Stäbchens hintreibet (§. 254. II. Anmerk.).

** Ferner muß aus diesem Theoreme eine der besondern Ursachen hergeholet werden, warum die Wärme in der Atmosphäre mit ihrer Höhe in einem verkehrten Verhältnisse steht. Denn die Stralen, so lange sie auf keinen andern Körper auffallen, gehen durch die Luft, ohne sie in einem großen Grade zu erwärmen, besonders in den hohen Gegenden, wo die Atmosphäre reiner und dünner ist (§. 246. III.). Mithin muß schon aus dieser Ursache eine Zerschiedenheit der Wärme entstehen. Dann ist erst noch selbst die Erde im Vergleiche mit der Luft ein erwärmender Körper; theils weil sie im Sommer Hitze von der Sonne empfängt, die auch den Winter durch noch anhaltet; theils, weil in ihr selber beständige Gährungen vorgehen: es muß also auch die Luft, welche der Erde näher ist, mehr erwärmet werden.

§. 256.

Versuche und Beobachtungen. I. Ueber den Ursprung, und die Natur der Kälte.

1.) So oft wir einen Körper berühren, der weniger Wärme, als der unsrige hat, so oft empfinden wir eine Kälte. 2.) Wenn wir die einte Hand in einen kalten, die andere in einen warmen Wasser einige Zeit, etwa 3″ lange gehalten haben, und alsdann beyde Hände zugleich in ein laulechtes hineingestossen, so werden wir an dieser Kälte, und an jener Wärme fühlen. 3.) Gehn wir im Winter aus der freyen Luft in einen Keller, oder sonst eine Höhle unter der Erde, so scheint es uns dort wärmer zu seyn, hingegen zur Sommerszeit empfinden wir Kälte darinnen. 4.) Auch an den heißesten Sommertagen fängt es uns nach einem Hochgewitter zu frieren an, ob es schon nach dem Hochgewitter

weit

weit wärmer, als im Herbste, und im Frühlinge ist, wo wir oft lange nicht über so große Kälte klagen (a)

I. Aus allen dem erhellt, daß die Kälte nichts als ein geringerer Grad von Wärme sey, und ganz in einem respektiven Zustand des Körpers bestehe.

II. Wie nnn die Wärme eine Bewegung der kleinsten Feuer = sowohl als Körpertheilchen ist, so macht nichts als die Nachlassung und Schwäche dieser Bewegung die Kälte aus, wenn sich nur durch dieß schon allein alle Erscheinungen der Kälte, und ihre Wirkungen erklären lassen (§. 251.).

III. Unsre Empfindung allein gilt für kein richtiges und allgemeines Kennzeichen vom Grade der Wärme und Kälte.

§. 257.

Versuche und Beobachtungen. II. Von den Wirkungen der Kälte. 1.) Nicht nur feste Körper, als Metalle, Holz, Steine, und sogar Diemant, sondern auch die Flüßigen ziehen sich durch die Kälte in einen engern Raum zusammen. 2.) Gefrieren viele flüßige Körper bey anwachsender Kälte, und werden zu festen Körpern, jedoch sind die Grade der Kälte, bey denen sie erhärten, nicht in allen durchaus gleich. Man sieht dieß in dem Wasser, Metallen, Unschlitte, Schmalz ꝛc.

I. Die Wirkungen der Kälte sind jenen der Wärme gerade entgegen gesetzt.

II. Entgegengesetzte Wirkungen müssen also auch entgegengesetzte Ursachen haben.

(a) Boerhaave.

III. Da nun die (§. 251.) beschriebene Bewegung, wie sie auch immer entstanden seyn mag, die Wärme hervorbringt; **so muß die respektive Ruhe, sie komme her, wo sie wolle, die Natur der Kälte ausmachen.**

IV. Was immer die Bewegung hemmt, das befördert die Kälte, und die **Kälte steht mit der Bewegung allemal im umgekehrten Verhältnisse.**

V. Die Salze, da sie die Kälte im Wasser vermehren, thun dieß anders nicht, **als da sie die Bewegung in demselben hindern.**

* Die Ursachen, welche die Bewegung in dem warmen Körper vermindern, habe ich schon oben (§. 253.) genau bestimmet; es läßt sich daraus ohne besondere Schwierigkeit auch bald begreifen, wie dieses durch die Salze, und zwar nach ihrer Verschiedenheit in verschiedenen Graden geschehe.

§. 258.

Wenn die Bewegung der kleinsten Feuer- und Körpertheilchen untereinander gehemmet wird, müssen die kurz zuvor beschriebenen Wirkungen der Kälte aus den Kräften des Zusammenhanges unfehlbar folgen. Nur die Bewegung machte, daß die zuvor enger verbundenen Theilchen sich weiter voneinander entfernten; denn ob sie gleich immer in jenen Abständen sind, in welchen die anziehenden Kräfte wirken, so werden sie doch durch die Mittheilung der Bewegung von außen, hin und her geworfen,

und

und folglich in einen größern Raum ausgedehnt (§. 250.), oder es werden gar die Berührungspunkten durch die Bewegung der Feuertheilchen so gemindert, daß sie flüßig werden (§. 61.). Nimmt nun diese Bewegung ab, tretten die Feuertheilchen aus, oder läßt wenigstens ihre Bewegung nach, so ist der vorige Zusammenhang schon wieder möglich, und muß eben darum durch die anziehenden Kräfte von sich selber folgen (§. 51. III.).

I. Dieser Zusammenhang erfolgt bey einem größern, oder kleinern Grade der Kälte, je nachdem die Körper, oder vielmehr die Kräfte verschieden sind, welche nach Beschaffenheit der Bewegung die nöthige Entfernung, als den Grund der Möglichkeit früher oder später erhalten.

* Wer diese Sätze von der Wärme, und alle Beweise davon, die wir bisher gegeben haben, genau überdenkt, dem wird es nimmer schwer seyn, alle andere damit verbundene Beobachtungen zu erklären, die wir Kürze halber hier nicht angezeigt haben; nur von der Bildung des Eises muß ich noch eine genauere Untersuchung anstellen.

§. 259.

Versuche und Beobachtungen. I. Von der Entstehung und den Eigenschaften des Eises. 1.) Wenn das Wasser bis auf einen gewissen Grad erkaltet, wird es zu einer festen Masse, die wir Eis nennen. 2.) Wenn das Gefrieren ordentlich, und nicht zu geschwind geschieht, so ist die Lage der gefrornen Theile regelmäßig: es werden Nadeln gebildet, die sich unter einen

Winkel

Winkel von 60° oder 120° vereinigen, und durchkreuzen (*a*). 3.) Das Eis schwimmt auf dem Wasser; ob gleich das Wasser, aus dem es zusammengefror, mit möglichstem Fleiße von der Luft gereiniget worden ist. 4.) Das Eis dehnt sich aus, und diese Ausdehnung wächst mit der Kälte. Man hat auf der Akademie von Florenz den Versuch angestellt, und eine starke Kugel von Kupfer, die im Durchschnitte 1″ hatte, mit Wasser gefüllt, und sorgfältig verschlossen der Kälte ausgesetzet. Das Wasser gefror, und zersprengte die Kugel mit einer Kraft, die dem Gewichte von 27720 ℔ gleich kömmt (*b*).

I. Das Eis ist specifisch leichter, als das Wasser, aus dem es zummengefroren ist (n. 3.).

II. Darum muß es auch einen größern Innbegriff haben, als das Wasser, und in der That erhält es diesen mit sehr großer Gewalt (n. 4.).

III. Diese Vermehrung des Innbegrifes kömmt nicht von der Luft her (n. 3.); wahr ist es, es erscheinen in dem Eise Luftbläschen; allein das Eis wird auch ohne dieselben ausgedehnt (*c*).

IV. Die Ursache der Ausdehnung, in wem sie auch immer bestehen mag, muß mit der Kälte zunehmen (n. 4.).

§. 260.

Das Eis wird aus dem Wasser durch die anziehenden Kräfte der Wassertheilchen ge-

(*a*) Mairan. in Diss. de glacie.
(*b*) Muschenbroeck Instit. Phys. §. 942.
(*c*) Tentamina Florent. P. I. p. 135.

gestaltet. Aller Zusammenhang hat die Kräfte der zusammenhangenden Theile zum Grunde (§. 46. — 67.); folglich auch der Zusammenhang des Eises. Ferner hat die Bildung des Eises mit jener der Salzkrystallen die vollkommneste Aehnlichkeit, und alles was von dieser (§. 104. - 110.) gesagt worden ist, passet allerdings auf die Erzeugung des Eises (§. vorg. bes. n. 2.): mithin läßt es sich gar nicht zweifeln, daß dieses wie die Krystalle durch die anziehenden Kräfte alsdann gezeuget werde, so bald die Möglichkeit des Zusammenhanges anfängt, das ist, wenn die Bewegung der Wärme aufgehalten wird, und die anziehenden Kräfte wegen der kleinern Entfernung, und der größern Ruhe der Theilchen, nachdrücklicher wirken können.

§. 261.

Eben diese Kräfte sind auch die hinlängliche Ursache von der Ausdehnung des Eises. Sie sind die Ursache des Zusammenhanges, und zwar unter einem bestimmten Winkel (§. 259. n. 2.). Nun aber dieß kann nicht geschehen, ohne daß zwischen den Fibern' und Nadeln des Eises neue Zwischenräume entstehen, die den Innbegriff der ganzen Masse erweitern.

I. Die Ausdehnung muß mit der Kälte anwachsen; denn nicht alle Wassertheilchen gefrieren zugleich, sondern wie ihnen der Grund der Möglichkeit nach und nach verschaft wird, so gehen immer mehrere und mehrere unter den bestimmten Winkeln zusammen, vermehren oder vergrößern die Zwischenräume, und erweitern den Innbegriff.

II. Auch eine schon ganz gefrorene Masse muß sich mit dem Wachsthume der Käl-

Kälte noch mehr ausdehnen; weil auch in dieser noch viele ungefrorene Wassertheilchen vorhanden seyn können, die sich selbst wegen der zerschiedenen Vereinigung anderer Eistheilchen ehe nicht auszudehnen vermochten, als bis die Kälte noch mehr zunahm. Die Bildung des Eises zeigt dieses ganz deutlich; denn in der Oberfläche des gefrierenden Wassers erscheinen Eisnadeln, und zwischen diesen noch viel flüßiges Wasser: warum soll dieß nicht auch in den innern Theilen des Wassers Platz haben (§. 259.)?

* Die Stärke der ausdehnenden Kraft muß wohl Niemanden irre machen; denn obschon ein einzelner Theil keine so große Wirkung hervorbringen kann, so können es doch die Kräfte so erstaunlich vieler gefrierender, und sich vereinigender Theilchen zusammen genommen.

** Herr Baumé vermuthet in seiner Experimentalchemie, daß sich auch die Metalle bey größerer Kälte wieder ausdehnen. Und in der That ist es gewiß, daß einige Metalle z. B. das Eisen in dem flüßigen schwimme, und folglich specifisch leichter sey. Wegen Aehnlichkeit der Wirkung muß ohne Zweifel auch hier die nämliche Ursache angegeben werden, die wir vom Ausdehnen des Eises beygebracht haben, sobald diese fernere Ausdehnung der Metalle bewiesen ist. Es mangeln mir zwar hier noch einige Versuche, doch habe ich zuviel Verehrung für einen so großen Mann, als daß ich seine Erfahrungen allerdings verwerfen sollte.

§. 262.

Fernere Versuche. II. Ueber die Verschiedenheit des Eises. 1.) Werden in das Wasser, welches gefrieren soll, Salze geworfen, so geht das Gefrie-

frieren viel langsamer vor sich. 2.) Bey dem wirklichen Gefrieren eines Salzwassers gehen die Salze allemal gegen die Mitte hin. 3.) Das Eis eines gesalzenen Wassers hängt geringer zusammen, als das Eis eines reinen Wassers. 4.) Auch die Zerschiedenheit der ungesalznen Wasser bestimmt zerschiedene Festigkeit des Eises.

Beobachtungen. III. Ueber das Aufthauen des Eises.

1.) Wenn die Kälte über den Grad des Gefrierens abnimmt, so thauet das Eis auf. 2.) Dieß geschieht aber auch manchmal bey dem Grade des Gefrierens. 3.) Ja sogar auch bey einem größern Grade der Kälte.

I. Die Salze verhindern das Zusammentretten, und die Verbindung der Wassertheilchen, bis die Kälte auf einen gewissen Grad gestiegen ist (§. gegenw. II. 1.).

II. Die Wassertheilchen verbinden sich bey einem gewissen Grade der Kälte leichter mit sich selbst untereinander, als mit den Salztheilchen.

III. Ja die Salztheilchen hangen mit gefrornen Wassertheilchen minder zusammen, als diese unter sich.

IV. Sobald die Wärme über den Gefriergrad angewachsen ist, mangelt der Grund der Möglichkeit zum Zusammenhange (§. 260.), weil die durch die Wärme bewegten Theil-

chen in eine Entfernung kommen, auf die sich die anziehenden Kräfte nimmer erstrecken, oder weil sie durch die Bewegung sich so nahe kommen, daß sie sich zurückstossen, und in Schwingungen auslaufen (§. 28. III.). Und eben darum wird das Aufthauen nothwendig folgen.

V. Dieses muß aus dem nämlichen Grunde geschehen, wenn etwa in der Luft Salze sind, die in das Eis eindringen, oder mit den noch flüßigen Wassertheilchen in dem Eise (§. 261. II.) verbunden werden; denn auch in diesem Falle ist der Zusammenhang unmöglich (hier. Beob. II. n. 1. ꝛc.). Daß aber bey zerschiedenen Richtungen der Winde mehrere oder wenigere Salztheilchen in der Luft herumschweben, daran läßt sich so wenig zweifeln, als dieses vom Wasser und andern vielen fremden Theilen ganz gewiß ist.

§. 263.

Versuche IV. Von der künstlichen Kälte, und dem künstlichen Eise. 1.) Herr Braun (a) hat die Kälte auf so einen großen Grad zu vermehren gewußt, daß sogar der Merkurius zusammengefroren ist, und den Hammerstreich aushielt. Er bracht dieß hauptsächlich durch die Vermischung des Schnees, oder gestossenen Eises mit Salzen besonders dem Salmiak zuwege. 2.) Diese Kälte wächst mit dem Zerfließen des Schnees, oder des Eises, auch wenn man dieses durch das Feuer bewirket. Dieß zeigt sich, wenn man ein Thermometer in diese Mischung hineinsenkt, denn es fällt sehr tief unter den Eispunkt hinunter. 3.) Wird in diesem Gemenge von Schnee und Salz ein Geschirr mit Wasser eingestellt, so fängt das Wasser zu gefrieren an. 4.) Es entsteht auch eine Kälte, wenn der Sauergeist (Spiritus acidi)

(a) Acta Acad. Petropol.

acidi) mit einem flüchtigen Salze vermischet wird; obschon dabey ein Aufbrausen bemerket wird.

I. Die Salze vermehren die Kälte auf einen sehr großen Grad (Beob. n. 1.).

II. Besonders da, wo sie sich mit den zerflossenen Schnee oder Eistheilen verbinden (n. 2.).

III. Da denn die Kälte durch respektive Ruhe entsteht (§. 257. III.); so muß durch diese Verbindung der Salzen mit dem frisch aufgelößten Eise, die Bewegung sehr gehemmet werden.

IV. Dieser große Grad der Kälte, der auch durch Vermischung der Salze mit frischem Wasser erhalten wird, ist die wahre Ursache, warum ein anders Wasser gefriere, das in diese Mischung gesetzt wird; denn diese Kälte ist größer, als jene, bey welcher insgemein in der Natur Eis gezeuget wird.

V. Da die Kälte der aufbrausenden Mischung aus Sauergeiste und flüchtigen Alkali der vorigen ganz ähnlich ist, so gilt auch von ihr alles das, was wir im Vorhergehenden von der künstlichen Kälte aus Schnee und Salzen gemeldet haben (III. Folges.).

* Warum folgt aber in dem Sauergeiste diese Kälte nicht, wenn er mit fixen Alkali vermischt wird? Weil dort nicht nur ein bloßes Aufbrausen, wie beym

flüchtigen Alkali, sondern auch die Bewegung der kleinsten Theile mit den Feuertheilchen erreget wird: bey dem flüchtigen Alkali gehen die Feuertheilchen durch die Bewegung davon; denn das Thermometer, das man nahe an die Oberfläche der Mischung hält, steigt, weil die Feuertheilchen dort aus dem Sauergeiste tretten, und fällt im Gegentheile, wenn man es ganz in die Mischung versenket, aus der gegebenen Ursache ꝛc. (IV. III.).

** Ist uns dieses alles begreiflich genug, so wird auch die Erklärung der besondern Versuche, die Herr Braun (a) mit zerschiedenen flüßigen Körpern angestellt, und Experimenta heteroclita de calore nennt, nicht zu schwer seyn. Er ließ zerschiedene flüßige Körper, Oele, Wässer, Weine, Geister ꝛc. in einem Zimmer so lange stehen, bis er durch das Thermometer in allen einen gleichen Grad von Wärme entdeckte. Er zog alsdann aus einem jeden dieser Oele, Geister ꝛc. das Thermometer mit großer Aufmerksamkeit heraus, und bemerkte, daß nach der Erhebung desselben aus dem Hanföle, Nußöle, Leinöle ꝛc. nicht die geringste Aenderung vorgieng: hingegen, da er es aus dem schärfsten Weingeiste (Spiritu vini rectificatissimo), aus dem süßen Vitriolgeiste, aus dem Bergamottwasser ꝛc. herausnahm, fieng der Merkurius zu fallen an, und zwar so lange, bis die unten anklebende Feuchtigkeit völlig weggetrocknet war. Und da er das Thermometer aus dem Vitriolöle herauszog, stieg der Merkurius auf 8 bis 10 Grade. Die hinlängliche Ursache dieser Beobachtungen ist folgende.

1.) Die Kälte ist von der Vertröcknung des flüßigen Körpers entstanden; denn nur dort, und solange fiel der Merkurius, als die am Thermometer hangende Feuch-

(a) Acta Petropol. T. X. 1764.

Feuchtigkeit eintrocknete; das Oel trocknete nicht, und eben darum ward am Thermometer keine Aenderung bemerkt.

2.) Die Vertröcknung ist eine Art von Auflösung (wie ich an einem andern Orte zeigen werde) bey welcher die Luft sich mit den Theilen des flüßigen Körpers verbindet. Nun diese Verbindung hemmet die Bewegung nicht anderst; als ich es kurz zuvor von den Salzen behauptet habe. Aber warum entstand beym Vitriolöle eine Wärme? — Es ist durch viele Versuche gewiß, daß dieses Oel das Wasser sehr häufig anziehe, und sich mit ihm erhitze; ist es also ein Wunder, wenn es auch hier aus der Luft, die immer mit Wasser geschwängert ist, Wasser an sich ziehe, sich erhitze, und den Merkurius steigen mache? Der sogenannte Pyrophorus entzündet sich sogar durch die Feuchtigkeit, so er aus der Luft an sich ziehet.

Von dem Thermometer.

§. 264.

Drebbelius hat es der erste versucht, ein dergleichen Instrument (§. 249. Anm. 2.) zu verfertigen: es war aber, wie es die meisten Erfindungen zu seyn pflegen, noch sehr unvollkommen, weil es sogar den Druck der Atmosphäre nicht ausschloß. Die **Akademie zu Florenz** hat viele Verbesserungen daran gemacht; deßwegen wurde es auch nachmals das **Florentinische Thermometron** genennt. Man nahm ein gläsernes Röhrchen, das sich unten mit einer kleinen hohlen Sphäre endigte, ohne daß man auf ein bestimmtes Verhältniß des Röhrchens zu der Sphäre ꝛc. acht

hatte:

hatte: füllte es bey gemäßigter Wärme bis auf die eine Hälfte mit gefärbtem Geiste, und schloß es zu. Man setzte eine Tafel bey, die in gleiche Grade getheilet war, und zählte von dem Punkte, auf dem der Geist bey gemäßigter Wärme stand, hundert Grade aufwärts, und hundert abwärts gegen dem Kügelchen. Ob nun gleich dieses Thermometron viele Vorzüge vor dem Drebbelianischen hat, so hat es doch noch auch viele Unvollkommenheiten. 1.) Es bestimmet den **Anfang** viel zu ungewiß, und die **Größe** der zuzählenden **Grade** ist völlig unbestimmt. 2.) Das Röhrchen hat zu dem Kügelchen am Ende kein gewisses Verhältniß. 3.) Man hat wenig darauf acht gehabt, ob der **Durchmesser** des Röhrchens durchaus der nämliche sey. 4.) Einen **größern Grad der Wärme** zumessen, z. B. im siedenden Wasser, oder Oele ꝛc. ist dieses Thermometer völlig unbrauchbar. 5.) Die **Luft**, die in der einen Hälfte des Röhrchens ist, hindert durch ihre Ausdehnung das Steigen des Geistes. 6.) Selbst der **Druck** des steigenden Geistes durch seine Schwere ist nach seiner zerschiedenen Höhe wiederum zerschieden. 7.) Die **Ausdehnung** des Geistes ist weder beständig, noch gleichförmig. 7.) Das **Glas** selber wird durch die Wärme ausgedehnt, und durch die Kälte zusammengezogen.

§. 265.

Reaumour (*a*) hat durch seinen unermüdeten Fleiß und Scharfsinne das Florentinische Thermometer von vielen der angemerkten Fehlern befreyet. 1.) Er verlangt ein **gewisses, und bestimmtes Verhältniß** zwischen dem ganzen Innhalte des Röhrchens, und dem größern Gefäße unten am Ende; es mag dieses eine sphärische, cylindrische,

(*a*) Memoires de l'Academie des Sciences, a. 1730, & 31.

drische, oder eine linsenförmige Figur haben. 2.) Er theilt das Röhrchen so ein, daß jeder Grad einen gleichen Raum in demselben erhält, und bringt dadurch zuwege, daß auch da, wo der Diameter des Röhrchens nicht beständig der nämliche ist, dennoch die Grade gleich sind. Damit aber jeder Grad einen gleichen Raum einnähme, goß er nach und nach ganz kleine, doch vollkommen gleiche Proportionen Wasser zu, und merkte die Räume, die diese Portionen in dem Röhrchen einnahmen. 3.) Er bestimmt einen **gewissen Grad**, von dem er die Wärme **aufwärts**, und die Kälte **abwärts** berechnet, nämlich den Grad, bey welchem das Wasser zugefrieren anfängt. 4.) Es wird auch die **Größe der Graden** von ihm bestimmt, weil er von dem Gefrierpunkte bis an den Punkt, wo der Geist im siedenden Wasser steht, 80 Grade ansetzet, und diese bestimmten Grade auch abwärts unter den Gefrierpunkt hinträgt. 5.) Endlich hat er auch den Geist mit Wasser so gemäßiget, daß er sich immer mit **gleichförmiger Kraft** ausdehnte, und zusammen zog.

Allein

§. 266.

Auch dieses verbesserte Thermometer hat noch keine absolute Vollkommenheit.

1.) Noch immer ist das **Glas** selbst dem Ausdehnen, in der Wärme, und dem Zusammenziehen in der Kälte unterworfen, und zwar diese Art des Glases mehr, als eine andere. 2.) Der **Weingeist** leidet selber noch seine Aenderungen. 3.) Auch mit diesen Thermometer kann nicht jeder **Grad** der Wärme gemessen werden, weil der Geist bey einem größern Grade der Hitze aufsiedet, und bey einer heftigern Kälte in den Landen, die dem Weltpole nahe sind, selbst

zusam-

zusammengefriert. 4.) Der Druck des steigenden und fallenden Geistes wird auch hier noch Aenderungen seinem Innbegriffe verursachen ꝛc.

* Die große Mühe, mit welcher H. Reaumour den Innbegrif des Röhrchens gleich eintheilte, wird gehoben, wenn man gleichförmige Röhrchen wählt; ob sie aber gleichförmig seyn, das läßt sich entdecken, wenn man eine kleine Portion Merkurius in das Röhrchen hineinläßt, und nach und nach durch alle Theile des Röhrchens mißt, ob die Länge dieser merkurialischen Säule beständig die nämliche sey. Ist sie es, so ist das Röhrchen gleichförmig, und man darf es ohne weiters in gleiche Grade theilen.

** An der Verbesserung des Thermometers haben noch viele andere berühmte Männer gearbeitet, besonders l'Isle, Newton, und Fahrenheit. Sie wählten sich zerschiedene flüßige Körper, Newton brauchte Leinöl, l'Isle anfangs den schärfsten Weingeist (Spiritum vini rectificatissimum) nachmals aber mit Fahrenheit den Merkurius, weil dieser auch bey sehr grosser Kälte flüßig bleibt. Aus eben dieser Ursache scheint mir auch der Merkurius in dem Thermometer des Reaumours, wenigstens an den Orten, wo die Kälte weit größer, als in unsern Gegenden ist, der tauglichste Körper zu seyn. Was hier noch ferner anzumerken wäre, ist alles schon in den reaumourischen Verbesserungen enthalten.

Nur von dem Thermometer des Fahrenheit muß ich noch einige Erinnerungen machen, weil es einen öftern Gebrauch hat. 1.) Fahrenheit verlangt ein Röhrchen, dessen Innbegriff sich zu dem Inbegriffe des untern Gefäßes

wie 670 : 11124 verhält. 2.) Er fängt die Grade von jenem Punkte zu zählen an, auf welchem der Merkurius bey der künstlichen Kälte von dem Gemenge aus Salmiak und Schnee stehet, und setzt von diesem bis auf den Gefrierpunkt 32° an. Den Grad der gemeldten künstlichen Kälte berechnet er mit o, und trägt die so bestimmten Grade auf und abwärts, ich sage abwärts; denn die Kälte wird durch die Kunst wohl noch merklicher vermehrt, und nicht nur bis auf 40°, wie Boerhaave ansetzet, sondern nach H. Gmelin wohl auch bis auf 120, 76 Grade unter den Grad o des Fahrenheitischen Thermometers getrieben (§. 263.). 3.) Die Fahrenheitischen Grade sind überdas kleiner als die Reaumourischen, und verhalten sich, wie 4 : 9. Aus diesem Verhältnisse und zugleich aus den bekannten Punkten, wo Fahrenheit, und Reaumour die Grade zu zählen anfangen, lassen sich die Beobachtungen an dem Fahrenheitischen Thermometer, mit jenen auf dem Reaumourianischen ohne Beschwerniß vergleichen; wenn nur in beyden Geister von der nämlichen Ausdehnung, oder in beyden wohl und gleich gereinigter Merkurius eingefüllt ist.

*** Wie zerschiedene Thermometer z. B. das Delislische, Reaumourianische, und Fahrrnheitische ꝛc. mögen verglichen werden, zeiget eine richtige und genaue Vergleichungstafel des H. Brauns in dem VII. Band der Comment. Petrop. nov. Es ist auch von der Verbesserung der Thermometer eine Abhandlung in eben den Comment. Petrop. T. III. eingeruckt von Georg. Bernhard Bülffinger.

II. Kapitel.

Von der Natur des zusammengesetzten Feuers, oder der Flamme.

§. 267.

Versuche, und Beobachtungen. 1.) Mit der Vermehrung der Wärme fangen die Körper theils zu **glühen**, theils auch hell **aufzubrinnen** an (§. 245.). 2.) Die Wirkungen der brinnenden und glühenden Körper kommen in der Hauptsache überein, und sind eben diejenigen, obschon in einem größern Grade, welche überhaupt mit der Wärme verbunden sind. 3.) Nur das **Leuchten** ist den glühenden und brinnenden vor andern warmen Körpern besonders eigen.

I. **In den Körpern, welche brinnen, oder glühen, muß die schwingungförmige Bewegung der kleinsten Theilchen heftiger, als in andern warmen Körpern seyn;** weil das Brinnen und Glühen einerley Ursprung (n. 1.) und einerley Wirkungen (n. 2.) mit der Wärme hat.

II. **Der brinnende, und glühende Körper wirkt nicht allein auf unser Gefühl,** wie die übrigen erwärmten Körper, **sondern er wirkt auch auf unser Auge.**

III. **Die Bewegung die beym Glühen, und Brinnen vermehrt wird, muß wenigstens ein Theilgrund des Leuchtens seyn.**

IV. Wenn durch die Bewegung in den glühenden, und brinnenden Körpern Lichttheilchen **ausgeworfen**, oder eine Lichtmaterie, die schon im ganzen Universum zugegen ist, wie H. Euler will, in eine **zitternde** Bewegung versetzet wird, **so müssen die Körper nothwendig leuchten.**

* Ob das Licht aus den Körpern ausfließe, wie Newton, oder ob eine überall vorhandene Lichtmaterie in eine zitternde Bewegung komme, wenn sie leuchten, wie Cartes, Euler ꝛc. davor halten, dieß werden wir bald hernach untersuchen, hier sind wir blos mit der Natur der Flamme beschäftiget.

§. 268.

Weitere Versuche und Beobachtungen von dem Unterschiede eines glühenden, und brinnenden Körpers. I. Bevor ein Körper gänzlich zum Brinnen gebracht wird, fängt er erst **zu rauchen** an. 2.) Anfangs steigt ein **weißer Rauch**, oder vielmehr ein **Dampf** in die Höhe, der, wenn er aufgefangen wird, sich in ein helles Wasser versammelt. In diesem Wasser trift man saure, oder alkalische Salze an, und nach Verschiedenheit der Körper, wovon der Dampf aufsteigt, werden auch andere zerschiedene Eigenschaften in demselben wahrgenommen. 3.) Auf den Dampf folgt ein schwarzer, dichter, scharfer, übelriechender, undurchsichtiger Rauch, und endlich entsteht die Flamme. 4.) Mit der Flamme nimmt der Rauch ab, und ist um so unmerklicher, als die Flamme zunimmt. 5.) Verlischt die Flamme, so steigt der Rauch abermal in die Höhe, 6.) und läßt sich, so, wie der erstere, ganz leicht ent-

 zünden

zünden. II. Der glühende Körper raucht weder zuvor, noch darnach, als er zum Glühen gebracht wird. 2.) Sein Licht ist sehr schwach. 3.) Was man an der Kohle sowohl im offenen, als im geschlossenen Feuer beobachtet, das hab ich oben schon (§. 235.) angewerket.

I. **In allen Körpern, welche in eine helle Flamme aufbrinnen, geht eine Auflösung, und eine Absönderung des brennlichen Wesens vor.** Denn der Rauch besteht aus lauter Theilchen des brennlichen Körpers, welche von diesem abgesöndert werden, und weil sie sich so abgesöndert entzünden lassen: so sind sie das brennliche Wesen entweder selbst, oder sie müßen wenigstens damit verbunden seyn.

II. **Zur wirklichen Entzündung dieser aufgelößten und abgesönderten Körpertheilchen wird ein größerer Grad von Wärme erfordert;** denn sie erfolget erst nach einer langen Weile, oder bey der Annäherung einer Flamme (Beob. n. 3. 6.).

III. **Nur jene Körper sind brennlich, und können entzündet werden, von welchen ein Rauch aufgelöset wird, der brennliches Wesen enthält.**

IV. **Bey einem blos glühenden Körper gehet keine solche Absönderung vor.** (Beobacht. II. 1.).

V. **Man kann also dieß für den zweyten Unterschied des brinnenden Körpers von dem glühenden angeben,**

daß nur von jenem, nicht aber von diesem brennbare Theile aufgelöset, und abgesöndert werden.

§. 259.

Der Körper brinnt, wenn die aufgelößten, und von ihm abgesönderten Theile in eine so heftige schwingende Bewegung versetzet sind, daß sie entweder die Lichtstralen auswerfen, oder aber (nach Eulern §. 267. IV. Anm.) die schon vorher überall gegenwärtige Materie auch zur gehörigen Bewegung bringen.

2.) Werden aber keine Theile von dem Körper abgesöndert, sondern nur die noch wirklich zusammenhangenden ebenfalls in eine sehr heftige Bewegung versetzet, so wird er glühen. Diese zween Sätze bedärfen keines fernern Beweises; denn sie sind eine richtige Folge aus den vorhergehenden Versuchen.

I. Was immer den Körper in die hier beschriebene Bewegung versetzet, das entzündet ihn, oder macht ihn glühen. So werden die Körper durch Reiben, Vermischung zerschiedener flüssiger Körper, durch Annäherung eines andern brinnenden Körpers ꝛc. entzündet (§. 245.).

II. Da es weit leichter ist, die schon abgesönderten, flüßigen, und ganz lockern Theile in diese Bewegung zu versetzen,

setzen, als die noch wirklich zusammenhangenden, festen Theile z. B. eines Metalles, **so kann ein brennlicher Körper leichter entzündet, als die andern glühend gemacht werden.**

III. Die Bewegung ist in den aufgelößten, und abgesönderten Theilen, nicht nur leichter zu erregen, als in den glühenden, **sondern sie muß aus dem nämlichen Grunde auch weit heftiger, und stärker werden, und dieß ist die Ursache, warum die Flamme mehr Licht giebt, als ein nur glühender Körper.**

IV. Da der Rauch, der von einer erloschenen Flamme aufsteiget, ein sehr lockerer Körper, und schon wirklich warm, folglich in einer schwingenden Bewegung ist, **so muß er aufs neue ganz leicht von einer hinzubewegten Flamme entzündet werden.**

V. **Die Flamme muß weit größer seyn, wenn über derselben ein cylindrisches Gefäß fortgehet, das den Rauch einschließt, und ihn beständig wärmer erhält.**

* Hieraus lassen sich auch andere Beobachtungen die wir bey brinnenden, und glühenden Körpern machen, ohne Mühe erklären. Z. B. 1.) Woher die Bewegung komme, welche wir in dem Dachte einer Lampe, oder eines Kerzenlichtes wahrnehmen? 2.) Warum ein Geräusch, ein Spritzen entstehe, wenn ein Wasser auf die Flamme kömmt, oder warum dieß oftmal ohne dem Zu-

tritt

tritt eines neuen Wassers geschehe? 3.) Warum das Oel und Unschlitt, nicht aber der Dacht verzehret werde? 4.) Warum von dem Holze nur die Aschen zurückbleiben? 5.) Warum von dem Winde das Licht ausgelöschet, 6.) Hingegen ein anders mehr angeflammt werde? 7.) Was die Luft, die zuvor in dem brennlichen Körper enthalten war, zur Flamme beytrage? (§. 115. n. 4.) 8.) Warum sich die Flamme in eine Kegelförmige Figur zuspitze? nämlich die Flamme ist specifisch leichter als die kalte Luft, sie wird also in die Höhe gedrückt, und muß schon darum, wegen dem Widerstande der übrigen Luft, durch die sie aufsteiget, nicht rund, sondern etwas länglicht und spitzig werden. Dazu kömmt noch, daß in der Mitte, wo die gröβte Hitze ist, die Luft am meisten verdünneret, und beym Spitze der Flamme der kleinste Widerstand seyn müsse.

** Die Ursache von den zerschiedenen Farben des Lichtes werden wir an seinem besondern Orte entwickeln.

§. 270.

Weitere Versuche über das, was die Luft zum Brinnen beyträgt. I. Wenn man eine Flamme z. B. eine brinnende Wachskerze, unter den Recipienten stellt, und die Luft nach und nach herauspumpet, so fängt sie an immer schwächer zu brinnen, bis sie zuletzt vollkommen erlischt. 2.) Aldann steigt aber der Rauch beständig senkrecht in die Höhe, so lange, als sich der schon aufgestiegene, bey der immer fortgesetzten Verdünnerung der Luft, in der Höhe erhalten kann. 3.) Ich nahm, um mich allerdings von diesem Erfolge zu versichern, ein Rauchkerzchen,

weil

weil der Rauch bey demselben anhaltend ist; und habe das nämliche beobachtet, was ich vorher von dem Rauche des Wachslichtes sagte. 4.) Das Rauchkerzchen war lange Zeit im luftleeren Raume, ohne zu verlöschen. II. Wird das Licht in ein kleines, oben geschlossenes Gefäß gesetzet, so erlischt es sehr geschwind. 2.) Es dauert länger, wenn das Gefäß raumiger ist. 3.) und brinnt ungehindert, wenn eben daß Gefäß oben eine Oefnung hat. 4.) Aber auch da verlischt es wieder, wenn der untere Ranst in das Wasser versenket, und also das Gefäß unten geschlossen wird.

I. Zu einer wirklichen Flamme wird die Luft erfordert (Beob. I. n. 1.) und zwar eine frisch zutrettende Luft (Beob. II. n. 1. 2. 3. 4.).

II. Der größere Druck von der durch die Wärme ausgedehnten Luft kann die Ursache nicht seyn, warum die Flamme erlischt; denn diese erlischt auch da, wo die Luft ausgepumpet wird (Beob. I. n. 1.), und wo sie durch eine Oefnung austretten kann (Beob. II. n. 4.).

III. Eben so wenig kann man es für eine Ursache des Erlöschens angeben, daß die Theilchen, welche von dem brinnenden Körper aufgelöset und abgesöndert werden (§. 268. I. ꝛc.) nimmer aufsteigen können; denn der Rauch steigt (nach der I. Beob. n. 2. 3.) lange senkrecht in die Höhe, auch wenn die Flamme schon erloschen ist; mithin auch die brennlichen Theile ꝛc.

IV. In den angeführten Versuchen scheint der Abgang einer neuen, beständig

frisch

frisch zutrettenden Luft; die wahre Ursache des Erlöschens zu seyn; wenigstens erlischt die Flamme jedesmal, als oft keine frische Luft einen Zutritt hat.

* Aber Warum das? der Uebersetzer der Experimentalchemie des H. Baumé, D. Johann Carl Gehler glaubet: die Luft, wenn sie einmal von den Theilchen, die in dem brinnenden Körper aufgelöset werden, gesättiget ist, lösche das Licht aus der Ursache aus, weil sie alsdenn keine neue Theile mehr annehmen kann. Aber, von welchen Theilen ist die Luft so gesättiget? von den brennlichen? doch, diese steigen ja auch von der erloschenen Flamme in die Höhe (III.). Oder redet Herr Gehler vieleicht von einem Phlogiston, daß von der Luft rings herum angezogen, und aufgelöset wird? Doch, wie beweiset er dieses Anziehen?

** Wenn ich meine Meinung von dieser Sache erklären soll: so bekenn ich es aufrichtig, daß mir die bisherigen Versuche noch nicht hinlänglich scheinen, diese Frage zu entscheiden. Doch muthmasse ich: die Luft trage zum Brinnen vieles als ein Instrument bey, sowohl durch ihren Druck, als durch die Dünste, (ich verstehe Wasser, und brennliche Theilchen) mit denen ich sie immer erfüllt zu seyn glaube (*a*). Ob nun schon der Druck der Luft, in den beschriebenen Versuchen der Flamme nicht mangelt, so geben doch die frischen brennlichen Theile, und auch die Dünste ab; weil diejenigen, die in der

(*a*) Sieh die Abhandlung des H. Jos. Priestley, Transact. Phil. LXII. Band. Mit welch fremden Theilen die Luft immer geschwängert sey, ist ausführlich zu lesen bey Joh. Arbuthnot von den Wirkungen der Luft. Cap. I.

der Luft waren, schon verzehret, und keine neue Luft, wenn sie alle ruhig ist, zugeführet werden kann. Was mich auf diesen Gedanken brachte, ist die tägliche Beobachtung, die uns lehret, daß auch eine glühende Kohle Flammen gebe, wenn die Luft häufiger zugeblasen, und und mit ihr vielleicht auch andere theile zugeführet werden. 2.) Weil in jeder Flamme Wasser ist. 3.) Weil, wenn Wasser tropfenweise in das Feuer gespritzet wird, die Flamme heftiger auflodert. 4.) Endlich die Versuche des H. Joh. Priestley (*a*), durch die er brennliches Wesen in der Luft entdecket hat: und jene, die uns vom Daseyn des Wassers auch in der trockensten Luft überzeugen, und die ich weiter unten genau beschreiben werde. Doch mag es auch wohl seyn, daß die beständig zufließende Luft durch ihren Aufstoß zu Erhaltung der Flamme das Ihrige beytrage (*b*). Nur scheint mir dieses allein nicht vollkommen zuzureichen.

*** Die übrigen Wirkungen des Feuers, als das Schmelzen, Calciniren, Vitrificiren ꝛc. werden auf unsrer hohen Schule in den chemischen Vorlesungen erklärt, und können aus den Grundsätzen, die wir hier fest gesetzt haben, sehr leicht verstanden werden. Bey der Verkalchung der unvollkommenen Metalle wird das brennliche Wesen vom Feuer verzehrt, und deßwegen können dieselben durch Kohlestaub wieder hergestellet werden. Warum aber das Minium um einen 0, 1 schwerer werde, als das Bley war, aus dem es durch die Calcination erhalten wird, darüber sind die Meinungen sehr zerschieden.

Ge-

(*a*) Transact. Phil. T. LXII.

(*b*) Succows Naturlehre 1. Th. §. 584.

Genug scheint mir keine zu thun, und die beßte möchte vielleicht jene des H. Beraud (a) seyn, welcher glaubte, daß bey dem Verkalchen immer neue Luft zutrette, und da diese durch die sehr große Hitze stark ausgedehnt wird, ihre fremde Theile, d. i. die Dünste ꝛc. in das Bley fallen lasse, welche alsdann mit diesem verbunden das Gewicht des Miniums vermehren. Von ieder Portion Luft kann freylich nur ein ganz kleiner, und noch unmerklicher Zuwachs erhalten werden; da aber während der ganzen Operation immer frische Luft hinzukömmt, so werden diese Theilchen endlich merklich, und werfen das vermehrte Gewicht des Miniums aus. Warum wird aber das Silberglätte außer dem Feuer nach und nach abermal leichter? — — Vielleicht weil die Luft die zuvor angelassene Theilchen wiederum nach und nach aufnimmt und fortführet.

III. Kapitel.

Von dem Lichte.

I. Vorläufige Anmerkungen über die Natur des Lichtes. II. Erklärung der allgemeinen Eigenschaften, und Gesetze des Lichtes. III. Nähere Bestimmung der Natur des Lichtes, und Anwendung der festgesetzten Gründe. Dieß sind die Gegenstände des gegenwärtigen Kapitels.

I. Vor-

(a) Mineral. Beluſtig. VI. Band.

I. Vorläufige Anmerkungen über die Natur des Lichtes.

§. 271.

Das, durch was uns die Körper sichtbar werden, heißen wir das **Licht.** Werden sie unserm Auge sichtbar, oder können sie es wenigstens werden, ohne daß sie dazu der Gegenwart eines andern Körpers benöthiget sind, so nennt man sie **leuchtende**, und im Gegentheile **beleuchtete** Körper, wenn wir sie ohne Zuthun eines andern nicht sehen.

I. Daher muß man den Grund und die Natur des Lichtes in **leuchtenden**, nicht in **beleuchteten** Körpern aufsuchen.

II. Weil uns ein **leuchtender** Körper auch aus einer großen Entfernung sichtbar ist: so muß das Licht entweder von ihm ausfließen, oder schon zuvor den ganzen Zwischenraum ausfüllen, und von dem leuchtenden Körper nur in eine Thätigkeit versetzet werden.

III. Auch ein **erleuchteter** Körper, damit er wirklich gesehen werde, muß durch diese Materie auf unsere Augen wirken.

§. 272.

Versuch I. über die Feinheit der Lichtmaterie. Durch eine ganz kleine Oeffnung, die man z. B. in ein Papier mit einer Nadel macht, läßt sich, ohne das Papier zu verrücken, eine ganze weite Ebene, oder zu Nachts der ganze heitere Himmel übersehen, so,

daß

daß man alle Körper auf denselben, wie sonst, voneinander unterscheiden kann.

Folgesatz. Die Lichttheilchen müssen eine Feinheit haben, die unsre Einbildungskraft weit übersteiget; sonst könnten unmöglich von allen Körpern, und zu allen Zeiten so viele Lichtstralen die ganz kleine Oeffnung des Papiers durchbewegt werden, als nöthig sind, um uns die Körper alle sichtbar zu machen.

§. 273.

Versuche II. über die Fortpflanzung des Lichtes. 1.) Wenn man einen Lichtstral durch eine kleine Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer einfallen läßt, so scheint er, so viel unser Auge unterscheiden kann, vollkommen gerade hinzugehen, und einen Konus zu bilden, ohne daß er sich bey seinem Eintritte seitwärts in Kreise verbreitet. 2.) Fällt er auf die Glocke einer Luftpumpe auf, ehe man die Luft ausgesogen hat, so ist der Konus vor, in, und nach dem Recipienten noch sichtbar. 3.) Er verschwindet aber im Luftleeren Raume, so bald die Luft herausgepumpet wird.

I. **Das Licht wird,** so viel sichs mit den Augen messen läßt, **in einer geraden Linie fortgepflanzt** (1. Vers.).

* H. Roger Boscovich beweiset mühsam, daß der Weg des Lichtes aus der Beobachtung allein nicht für vollkommen gerade angegeben werden mag (a).

II. Das

(a) Dissert. de lumine P. I. §§. 1. — 30.

II. Das, was wir bey dem ersten Versuche beobachten, überzeugt uns auch, daß **das Licht keineswegs Zirkel- oder Wellenförmig verbreitet werde.**

III. Da der Lichtstral einen förmlichen Konus bildet, so muß das Licht immer **schwächer** werden, je weiter es von dem Körper **entfernet** ist, von dem es ausgieng, und zwar im **Quadratverhältnisse** dieser Entfernung. Denn die Abnahme des Lichtes verhält sich wie die Zirkelflächen des Lichtkonus, und diese verhalten sich wie die Quadrate der Entfernungen vom leuchtenden Punkte; folglich verhält sich auch die Abnahme des Lichtes nicht anders ꝛc.

IV. Der einfallende Lichtstral würde nie seitwärts gesehen werden können, wenn **die Luft nicht zugegen, und mit vielerley fremden Theilen, die in derselben herumschwimmen, angefüllt wäre** (Vers. n. 2. 3.).

§. 274.

Astronomische Beobachtungen über die Fortpflanzung des Lichtes.

1.) Um den **Jupiter** bewegen sich vier Monden, oder Trabanten herum. Kommen diese in den Schatten des Jupiters, so verschwinden sie (immersio satellitis), und werden wieder sichtbar, sobald sie denselben verlassen (emersio satellitis). Der **erste** Trabant der der nächste am Jupiter ist, vollendet seinen periodischen Umlauf in der mittern Zeit (tempore medio) = T. 1. St. 18. ′ 28. ″ 36. 2.) Wenn man die Zeit der **Verfinsterung** dieses Trabanten berechnet, so scheint uns

aus diese um $16' 26'' = 986''$ früher zu geschehen, da der Jupiter der Erde am nächsten ist, als da er von der Erde den weitesten, und von der Sonne den kleinsten Abstand hat. 3.) Weil aber Jupiter auch von der Sonne, und diese von der Erde nicht allemal gleichweit entfernet ist, so hat der berühmte Astronom **Johann Pound** (*a*) und **H. Margentin** (*b*) aus sehr vielen Beobachtungen Tabellen verfertiget, welche bis auf unsere Zeiten genau eingetroffen haben, und überzeugend darthun, daß die zerschiedene Zeit der Verfinsterung der Trabanten mit der zerschiedenen Entfernung der Planeten genau im Verhältnisse stehe. 4.) Die **Bewegung** des Jupiters wird von der Erde in der kleinsten, und größten Entfernung nicht merklich geändert. 5.) Doch leidet sie eine starke Aenderung in der kleinsten Entfernung vom Saturnus, ohne daß sich deßwegen die periodische Zeit des ersten Trabanten abändert.

I. Die Zerschiedenheit der Zeit, in der die Trabanten verschwinden, kann nicht von der Ungleichheit ihrer Bewegung herkommen; denn sie bewegen sich um ihren Planeten ordentlich in periodischen Zeiten, weil immer die nämlichen Kräfte des Planeten wirken.

II. Auch die Erde kann diese Aenderung nicht verursachen; denn diese müßte weit merklicher in dem Planeten selbst seyn, weil dieser ein weit größerer Körper ist: so wie in der That der Saturnus die Bewegung des Jupiters nicht aber des Trabanten abändert

(Beob.

(*a*) Transact. Anglois. an. 1719.

(*b*) Sieh die Ephemerides Astron. Max. Hell.

(Beob. n. 5.). Nun aber wir beobachten in dem Planeten gar keine merkliche Aenderung, folglich ꝛc. Ferner müßte das Anziehen der Erde die Bewegung des Trabanten, da er sich von ihr entfernet, so sehr mindern, als es selbe in der Annäherung beschleuniget hatte.

III. Die Verfinsterung des ersten Trabanten muß also für sich selbst nach ganz gleichen Zeiten geschehen, und die beschriebene Abänderung in der Zeit muß eine ganz andere Ursache haben.

§. 275.

Die Fortpflanzung des Lichtes geschieht nicht augenblicklich, sondern in einer Zeit, die für sich selber theilbar ist; denn nur auf diese Weise läßt sichs erklären, warum in der kleinsten Entfernung des Jupiters von der Erde die Verfinsterung des ersten Trabanten um 16′. 26″. früher beobachtet werde; und wenn wir annehmen, daß das Licht in der Zeit von 16′. 26″. den ganzen Durchmesser von dem Laufkreise der Erde durchlaufe, so muß es wirklich also geschehen. Es sey (III. Tab. Fig. I.) S die Sonne, T c t d sey die Laufbahne der Erde, a b ein Bogen von der Laufbahne des Jupiters. Wenn die Erde in T ist, so muß sie vom Jupiter um den ganzen Durchmesser ihrer Laufbahne T t weiter entfernet seyn, als wenn sie in t ist. Wenn also das Licht nur in der Zeit von 16′. 26″. den Durchmesser T t durchläuft, so muß das Licht welches zum letztenmale vor der Verfinsterung des Trabanten von ihm ausgieng, später auf die Erde kommen, und die Beobachtung so, wie sie wirklich ist, beschaffen seyn. Da sich nun

diese

diese Beobachtung, und der Unterschied in der Zeit der Verfinsterung anders nicht erklären läßt (§. vorgeh. I. II.), so kann man die Wahrheit dieses Satzes nimmer in Zweifel ziehn.

* Der Beweis, den wir hier angaben, wird noch weit einleuchtender seyn, wenn wir ihm weiter unten eine andere Beobachtung von dem Abweichen des Lichtes bey den Fixsternen (de aberratione luminis) an die Seite setzen werden, die mit unserer Erklärung vollkommen übereinstimmt.

I. Das Licht durchläuft also den Durchmesser von der Laufbahne der Erde in 16′ 26″.

II. Mithin muß es den halben Durchmesser, oder den Abstand der Erde von der Sonne in 8′ 13″ = 493″ machen, das ist, (weil die Entfernung der Sonne wenigstens 23000 halbe Durchmesser der Erde, und der halbe Durchmesser der Erde 860 deutsche Meilen beträgt;) 23000 . 860 = 19780000 deutsche Meilen. Folglich wird es in der Zeit = 1″ über 40121 dergleichen Meilen durchlaufen.

III. Da nun die Entfernungen der übrigen Planeten von der Erde aus der Astronomie gleichfalls bekannt sind, so läßt es sich ganz leicht bestimmen, wieviel Zeit erfordert werde, um bey uns das Licht von jedem Planeten zu erhalten. Und da man aus der Lehre von der Paralaxe weis, daß die Fixsterne eine un-

vergleichlich größere Entfernung haben müssen, so können uns diese erst nach einer noch weit längern Zeit, und zwar die nächsten erst nach mehr als 7 Jahren sichtbar werden.

IV. Aus der Geschwindigkeit, mit welcher das Licht fortgepflanzet wird, folgt ferner, daß, wenn ein Lichttheil von dem andern auch ganze 40 deutsche Meilen entfernet wäre doch in der Zeit $= \frac{1}{1000}''$, 1000 solche Theilchen nacheinander auf das Aug wirken, und die Empfindung in demselben anhaltend, und ununterbrochen scheinen müßte; denn einen $\frac{1}{1000}''$ würde man nie unterscheiden können.

* Nun wollen wir es versuchen, ob sich aus diesen Eigenschaften nicht auf die Natur des Lichtes schließen lasse, und alsdann erst die übrigen Eigenschaften auseinander setzen. Zwo zerschiedene Meinungen theilen in dieser Frage die Naturkündiger (§. 271. II.). Die einen folgen dem des Cartes, und behaupten, der ganze Raum, in welchem die Körper sichtbar sind, sey mit einer ganz feinen, und vollkommen elastischen Materie erfüllt, welche von dem leuchtenden Körper in eine elastische, und zitternde Bewegung versetzet, diese Bewegung bis zu unserm Auge fortpflanzet. Diese Hypothese hat einen starken Vertheidiger an dem großen Euler erhalten. Die andern folgen dem Newton, und wollen, daß das Licht, aus dem leuchtenden Körper ausfließe, bis auf das Aug hinbewegt werde, und die Empfindung des Lichtes hervorbringe. Beyde unterscheiden also die reinen Feuertheilchen nicht von dem Lichte; doch, damit sie leuchten, fordern sie eine sehr geschwinde Bewegung, durch welche nach Newtons Meinung jeder Theil den gan-

zen Raum selbst durchläuft; nach dem Cartes aber nur in eine zitternde Bewegung versetzet wird. Wir wollen das Wahrscheinlichere von beyden aufsuchen.

§. 276.

Wenn das Licht blos in einer zitternden Bewegung der schon zuvor gegenwärtigen, und höchst elastischen Feuertheilchen bestünde, so könnte die Fortpflanzung desselben nimmer nach einer geraden Richtung geschehen, sondern sie müßte zirkelförmig, wie in der Wellenbewegung seyn; denn wenn eines von diesen Lichttheilchen nach einer bestimmten Richtung gestossen wird, so muß sein Durchmesser nach dieser Richtung kleiner, hingegen nach einer andern, die diese unter einem rechten Winkel durchschneidet, größer werden: mithin wird es bey dem Zusammendrücken seitwärts eben so wirken, wie es bey Zurückstellung seiner vorigen Figur nach der Richtung des Stosses auf ein gerade entgegenliegendes gleiches Theilchen wirket. Setzen wir aber das gestossene, und durch den Stoß zusammengedrückte Lichttheilchen liege mit dem nächsten nicht in gerader Linie, sondern wirke auf zwey, oder noch mehrere zugleich, so muß die Wirkung auf jedes unter einem besondern Winkel, und eben darum nach mehrern Richtungen vorgehen. Z. B. (Fig. II. T. III.) das Lichttheilchen a stosse auf c, welches von den andern Theilchen b, d und e berühret wird, so wird das Theilchen c, da es wegen dem Stosse wirklich seine Figur ändert, mit gleicher Kraft auf b und d, und alsdann erst, wann es seine Figur zurück erhält, auf das Theilchen e wirken. Wirkt aber a auf b und c zugleich, so müssen auch die Schwingungen desselben nach der Richtung

ac und ab mitgetheilt, und also auch die Bewegung dorthin fortgepflanzet werden. Würde man sagen wollen, die Lichttheilchen seyen voneinander entfernet, und berühren sich nicht: so fragt es sich 1.) um den hinlänglichen Grund dieser Entfernung, und noch mehr 2.) wie die geradlinichte Fortpflanzung des Lichtes zu erklären sey? Denn es müßte hier das schon gestossene Lichttheilchen so lange beweget werden, bis ihm ein anderes entgegenstünde; und dann würde es auch gar selten in einer geraden Linie, die durch die Mittelpunkte der Theilchen gehet, wohl aber sehr oft schief auf diese hinstossen, und in dieser schiefen Richtung das Licht fortpflanzen.

* Die große Geschwindigkeit des Lichtes hindert die Wirkung nach der schiefen Richtung nicht im geringsten; bey andern Körpern mag es wohl geschehen, daß z. B. eine Bleykugel, die man durch einen beweglichen Körper schießet, denselben durchbohre, ohne ihm ihre Bewegung mitzutheilen, weil hier der zubewegende Körper weit größer, und ausgedehnter ist, als daß von der auffallenden Kugel in einer so kurzen Zeit die Geschwindigkeit allen übrigen Theilen desselben mitgetheilet werden könnte. Dieß gilt aber nicht auch von dem Lichte, wo die Theilchen der angenommenen Materie alle gleich groß, gleich elastisch, und gleich beweglich sind. Es läßt sich also hier keine Gleichheit der beyden Fälle angeben, und unser Beweis in dem gegenwärtigen §. bleibt in seiner Vollständigkeit.

1. Da nun das Licht, entwebers durch eine schon zuvor überall vorhandene, oder durch eine von dem leuchtenden Körper ausfließende Materie nothwendig erkläret werden muß (§. 271. I. II.), und

die

die Fortpflanzung nach der geraden Linie im ersten Falle allerdings unmöglich scheinet (gegenw. §.); so bleibt uns nur der zweyte Weg noch übrig, den wir zur Erklärung des Lichtes einschlagen können.

II. Aber auch dieser kann nicht für richtig angegeben werden, wenn man aus selben die Eigenschaften des Lichtes nicht hinlänglich erkläret, oder wenn sich kein zureichender Grund des Ausfließens aus richtig bewiesenen Kräften aufbringen läßt.

* Daher können wir dieses Ausfließen nur Bedingnißweise annehmen, und sehen, was in dieser Hypothese geschehen müßte, und welche Eigenschaften aus diesem unterdessen angenommenen Satze folgten; dieß wollen wir in den folgenden §§. unternehmen, und sowohl die Haupteigenschaften des Lichtes insgemein, als den Grund der zerschiedenen Farben besonders aufsuchen.

II. Von den allgemeinen Eigenschaften des Lichtes.

Zu den allgemeinen Eigenschaften des Lichtes rechne ich 1.) das **Abweichen** der Lichtstralen (diffractio seu inflexio lucis), 2.) das **Brechen** (refractio), 3.) das **Zurückprellen** derselben, und endlich 4.) die **Zerschiedenheit** des Lichtes ꝛc.

Von

Von dem Abweichen, oder Neigen der Lichtstralen, wenn sie bey den Körpern vorübergehn (de Inflexione, diffractione lucis).

§. 277.

Versuche. I. Newton ließ einen Lichtstral in ein verfinstertes Zimmer einfallen, und an der scharfen Schneide eines Messers ganz nahe vorbeygehen. Der Stral (Fig. III. T. III.) theilte sich bey b nach den Richtungen bc, bd, be. II. Er hielt dem Strale zwo Schneiden, parallel übereinander, entgegen und so, daß diese nur einen ganz kleinen Abstand voneinander hatten. Der Stral theilte sich auch hier, und in der Mitte erschien auf der entgegenstehenden weißen Fläche eine dunkle Mackel. 2.) Diese ward immer größer, je mehr er den Zwischenraum der Messer verkleinerte. III. Er ließ den Stral auf ein Menschenhaar, dessen Durchmesser $= \frac{1}{280}''$ war, in der Entfernung $= 12'$ auffallen. Der Schatten desselben, den er in der Entfernung $= 10$ maß, war $= \frac{1}{8}''$, und also 35 mal größer, als die Breite des Haares. 2.) Er legte das Haar zwischen zwo gläserne wohlgeschliffene Tafeln ins Wasser, und hielt es dem Strale entgegen. Die Erscheinung war die nämliche, wie vorhin (*a*). 3.) **Muschenbroeck** bezeugt, daß er eben das beobachtet habe, als er die elektrische Materie häufiger gegen das erleuchtete Haar hintrieb.

I. **Der Lichtstral ward von seiner vorigen Richtung,** auch in einer, zwar ganz kleinen Entfernung von dem Körper, bey dem er vorübergehen sollte, **abgetrieben.** Alle Versuche (I. II. III.) beweisen es.

II. Die

(*a*) Alle diese Versuche sind zu finden in Optica Newt. L. III.

II. Die hinlängliche Ursache dieses Abtreibens erstreckt sich also auf einige Entfernung,

III. Und muß in dem Körper, in dessen Nähe der Stral abweichet, gesucht werden; weil dieser nur im Vorübergehen bey ihm abgetrieben wird.

§. 278.

Wenn das Licht in einer ganz feinen Materie bestehet, die aus den leuchtenden Körpern ausfließt: so kann man dieses Abweichen (§. vorg.) leicht durch die anziehenden und zurücktreibenden Kräfte, die allen Körpern eigen sind, erklären. Diese Kräfte sind allgemeine Eigenschaften: sie wirken schon auf einige Entfernung (§§. 11. 17.). Es müssen also sowohl die Theile des Lichtes, die in die Sphäre der anziehenden, als die in die Sphäre der zurücktreibenden Kräfte des Körpers eintretten, von ihren vorigen Richtungen seitwärts getrieben werden.

I. **Das Abweichen des Lichtes muß einen hinlänglicheu Grund in dem entgegenstehenden Körper haben** (vorg. §. III.). Das Daseyn der Kräfte haben wir längst bewiesen (I. Th.), und diese sind hinreichend, die ganze Erscheinung zu bewirken (gegenw. §.), und keine andere Ursache kann hier Platz haben. Was bleibt uns also übrig, als die gegenwärtige Erklärung für richtig anzunehmen?

II. Die Körper haben also Kräfte, welche schon in einer Entfernung auf das Licht wirken.

III. Es

III. **Es muß also auch das Licht hinwieder auf die Körper** durch Anziehen und Zurücktreiben **wirken;** denn die Kräfte sind gegenseitig (§. II. III. §. 17. II.).

IV. Diejenigen **Lichttheilchen,** welche von der Schneide des Messers in die Höhe **abweichen** (§. vorg. I.), werden **zurückgestossen;** das **Neigen** der übrigen aber hat die **anziehenden** Kräfte zum Grunde; und nur diejenigen **gehen gerade** fort, welche in einen dem Auge zwar noch unmerklichen, doch schon größern Abstande, als in den sich die anziehenden Kräfte erstrecken, hinbeweget werden.

V. **Eben diese Kräfte sind die Ursache der dunkeln Mackel** (§. vorg. Vers. II.): denn die Kräfte der zwo Schneiden lassen fast kein Lichttheilchen durch den kleinen Abstand, den sie haben, frey durchgehen; es müssen also alle seitwärts abweichen, und in der Mitte einen minder erleuchteten Theil zurücklassen, der immer größer wird, je mehr die Schneiden durch ihre Annäherung auf den Stral wirken können.

VI. **Auch die Erklärung von dem grössern Schatten des Haares** (§. vorg. Vers. III.) **hat keine Beschwerniß;** denn die Lichttheilchen, welche in ihrem geraden Wege den Schatten des Haares begränzen müßten, werden itzt von den zurücktreibenden Kräften des Haares weiter hinausgestossen, und können den Theil, auf den sie sonst neben dem Schatten hinfallen würden, nicht beleuchten. Durch die anziehenden Kräfte werden zwar einige Lichttheilchen gegen die Mitte hingetrieben, aber diese hindern blos die Dichtigkeit nicht aber die Größe, oder gar die

Be=

Bemerkung des Schattens. Diese Erklärung ist um so richtiger, weil sich keine andere Ursache angeben läßt.

* Daß der Schatten von der Atmosphäre des Haares nicht entstehe, dieß beweiset die IIIte Erfahrung (§. vorg. n. 2. 3.).

Von dem gebrochenen Lichte (lumine refracto) wenn es durch ungleichartige Mittelkörper gehet.

§. 279.

Wenn ein Lichtstral aus einem Mittelkörper in den andern fährt, und bey dem Uebergange in diesen eine neue Richtung erhält, so sagt man, daß er **gebrochen** werde (refringitur). Es seyen (Fig. IV. T. III.) zween durchsichtige, doch ungleichartige Körper durch die Linie MCN begränzt, und es bewege sich ein Lichtstral nach der Richtung aC, so wird der Punkt C der **Einfallspunkt**, die Linie KC der **Perpendikel**, und der Winkel aCK = LCd der **Neigungswinkel** genennet. Erhält der Stral bey seinem Uebergange die Richtung Ce, so sagt man, daß er **gegen den Perpendikel gebrochen werde.** Der Winkel eCL heißt alsdenn der **Brechungswinkel**, und sein Sinus ist eg. Erhält aber der Stral die Richtung Cb, so wird er **vom Perpendikel hinweg gebrochen**, bCL ist hier der Brechungswinkel, und bi sein Sinus.

§. 280.

§. 280.

Versuche über die Refraktion vom und zum Perpendikel. Man füge 2 undurchsichtige Brettchen (Fig. V.) unter einem rechten Winkel zusammen, und stelle an das senkrechte einen wohlgeschliffenen gläsernen Würfel (cubus) hin, und richte die ganze Maschine so gegen das Licht, daß das senkrechte Brettchen über das horizontale den Schatten hinwerfe; so wird sich zeigen, daß der Schatten außer dem Würfel von der Linie ML, in dem Würfel aber von DK begränzet werde. Der durch das Glas gebrochene Stral macht den Winkel HCK. Der Neigungswinkel ist HCL. 2.) Werden nun diese zween Winkel, und die Linien HC, HK, HL genau auf das Papier gebracht, mit HC, als dem Radius ein Zirkel beschrieben, und die Sinus der beeden Winkel gemessen, so sieht man, daß sich der Sinus des Neigungs-Winkels zu jenem des Brechungswinkels beynahe wie 31 : 20, oder 3 : 2 verhalte. II. Bedient man sich ferner statt des Würfels eines würfelförmigen Gefäßes, und füllt es mit zerschiedenen durchsichtigen Körpern z. B. mit Wasser, Regen-Wasser, Weingeiste, zerschiedenen Oelen ꝛc. an, so wird man finden, daß die Stralenbrechung in einem dichtern Körper gemeiniglich gegen den Perpendikel geschehe, und zwar mit der Dichtigkeit desselben in einigem Verhältniß stehe. III. Es giebt aber doch einige Körper, welche ob sie schon lockerer sind, als andere, dennoch das Licht mehr brechen, als die dichtern; und diese sind meistentheils brennliche z. B. das Wachsoel ist leichter, als Butyrum Antimonii, und doch bricht sich der Stral mehr in jenem als in diesem (a). 2.) Das Brechen der Stralen ist auch bey einigen Körpern zerschieden, wenn

---

(a) Optica Newt. L. II. P. II. prop. X. Helshham Lectures pag. 292. Hauksbeius Phyf. Mech. app. §. 10.

wenn schon die Dichtigkeit einerley ist z. B. im Alaune, und gedanensischen Vitriole (*a*). 3.) die Stralen werden auch gar nicht gebrochen, wenn sie schon durch Körper von ungleicher Dichtigkeit gehen, z. B. im Borax, und Olivenoele (*b*). IV. Die Refraktion vom Perpendikel geschieht meistentheils, wenn der Stral aus dichtern in lockere Körper übergeht. 2.) Er weicht **vom Perpendikel** eben so viel ab, als er sich in den vorigen Versuchen zu demselben genähert hat. 3.) Doch gelten auch hier die vorigen Ausnahmen (III, 1. 2. 3.).

Folgesätze. I. **Das Stralenbrechen muß mit der Dichtigkeit der Mittelkörper eine Verbindung haben,** weil sie insgemein mit derselben in einigem Verhältnisse steht (Beob. I. II.).

II. Doch kann die größere Dichtigkeit der ganze **hinreichende** Grund der Refraktion nicht seyn; sonst müßte sich diese genau wie jene verhalten. Dem widerspricht aber die Erfahrung (Beob. III.).

III Schon aus diesem scheint es zufolgen, **daß die anziehenden Kräfte der Mitteldinge** (diversi medii) **das Stralenbrechen bewirken;** weil auch sie mit der Dichtigkeit, in einem gewissen Verstande, einiges Verhältniß haben (§. 56.) obgleich kein allgemeines (§. 34. I. II. und die Anmerk.).

§. 281.

So oft der neue Mittelkörper, auf den das Licht hinfährt, größere anziehende Kräfte

(*a*) Muschenbroeck Instit. Phys. §. 1095.
(*b*) Eben dort §. 1096.

Kräfte hat, als jener, aus dem es herkömmt, muß das Licht zu dem Perpendickel gebrochen werden. Man sehe die VI. Figur. Die Linie AB drücke die Gränzen der zween zerschiedenen Mittelkörper aus. Sobald sich der Stral dem mehr anziehenden Körper nähert, so muß er in der Entfernung, in die sich die anziehenden Kräfte von diesem erstrecken, schon mehr senkrecht gegen ihn gezogen werden; denn so lange er sich im vorigen Mittelkörper bewegte, waren die anziehenden Kräfte nach allen Richtungen gleich. Wenn wir also die Linie Cc, welche die Richtung und Geschwindigkeit des Lichtes vor dem Brechen ausdrückt, in cd und ce auflösen, so muß ce verlängert werden, weil nach dieser Richtung die Kräfte nunmehr einen Zuwachs von AB überkommen, cd aber muß sich gleich bleiben, weil dahin keine größere Kräfte, als vorher, wirken. Wir wollen nun die neue Kraft nach der Richtung ce durch ce + ef ausdrücken, und das Parallelogramm aus cf und cd ganz machen, so wird die Diagonal den neuen Weg, und die Geschwindigkeit des Lichtstrales bestimmen; und zeigen, daß, wenn der neue Mittelkörper das Licht stärker zieht, als der vorige, dieses gegen den Perpendikel hin gebrochen werde.

I. **Die Refraktion fängt sich** also schon in einer, obgleich ganz kleinen Entfernung von dem neuen, und mehr ziehenden Körper an.

II. **Sie geschieht nicht durch die ganze Kraft des neuen Mittelkörpers,** sondern nur durch das Uebermaaß der Kräfte von diesem über die Kräfte des vorhergehenden.

III. Sie geschieht **nach und nach,** durch das in einem theilbaren Raume länger anhaltende Uebermaaß: mithin in einer krummen Linie.

IV. So=

IV. Sobald der Stral ganz in den neuen Mittelkörper versenkt ist, **muß er sich wieder gerade hinbewegen.** Denn hier sind die Kräfte wieder nach allen Seiten gleich, und ist keine Ursache des Abweichens mehr zugegen.

V. **Das Brechen** der Lichtstralen ist nur dort **möglich**, wo es ein Uebermaaß der anziehenden Kräfte zwischen zweyen Mittelkörpern giebt.

VI. Da die Kräfte mit der Dichtigkeit der Körper kein allgemeines Verhältniß beobachten (§. vorg. III. II.), und ein lockerer Körper manchmal größere Kräfte als ein dichterer, auch gleich dichte, ungleiche Kräfte haben (§. 54.): so sieht man wohl, **daß die angezeigten Ausnahmen** (vorg. §. Vers. III. 1. 2. 3.) **ohne Beschwerniß zu erklären seyn.**

VII. Gehet der Lichtstral in einen minder ziehenden Mittelkörper über, so kann die Richtung, und die Kraft nm nicht vergrößert, sondern sie muß wegen dem Uebermaaße des vorigen **vermindert werden** z. B. um pm: und eben darum wird der Stral seinen Weg nach der Richtung nh **vom Perpendikel** nm hinweg nehmen.

VIII. Es gilt also auch von der **Refraktion der Stralen vom Perpendikel** alles, was wir immer von **jener zum Perpendikel** gesagt haben; wenn man nur den Unterschied der Richtung, nach der die größern Kräfte wirken, jedesmal bemerkt.

§. 282.

Fernere Versuche von der Refraktion.

I. Man mag den beschriebenen gläsernen Würfel (§. 280. Vers. I. II.), oder ein ähnliches Gefäß auf den Brettchen, unter was immer für einem Winkel, dem Lichte entgegenstellen: so bleibt dennoch bey dem nämlichen Körper allemal das nämliche Verhältniß der Sinußen (eben dort). II. Dieß beobachtet man auf eine ähnliche Weise auch bey der Refraktion vom Perpendikel. Um sich davon zu vergewissen (Fig. IV.) zeichne man auf eine durchaus ebne Tafel einen Zirkel hin, so groß ihn die Tafel einnehmen kann, durchschneide ihn mit zween Durchmessern MN und KL unter einem rechten Winkel, und ziehe eine dritte Linie aCd unter einem beliebigen Winkel aCk = dCL. Die Linie df ist also der Sinus des Neigungswinkels. Nun messe man nach der Proportion dieses Sinus auch den schon bekannten Sinus des Refraktionwinkels eg, und trage ihn auf den nämlichen Radius CL hin. Ferner schlage man zuletzt noch in die Punkte e, C, a Stiften ein. Diese so zubereitete Tafel senke man bis zur Linie MN in das Wasser, oder einen andern flüßigen Körper, in welchem man die Refraktion untersuchen will, und sorge, daß die Linie MN genau mit dem Wasser parallel stehe. Zielt man nun mit dem Auge von dem Stifte a auf den in C, so wird man auch den Stift bey e in d sehen.

I. **Das Verhältniß** der Sinußen vom Neigungs- und Refraktionswinkel **bleibt allezeit das nämliche**, obschon der Neigungswinkel zerschieden ist; denn die Erfahrung (I. II.) ist bey jedem Winkel gleich.

II. Es

II. Es kann sich auch kein anderes Verhältniß ergeben, solange eine gleiche Ursache der Refraktion, d. i. das nämliche Uebermaaß der anziehenden Kräfte, und die nämliche Geschwindigkeit des auffallenden Strales bleibt. Nun aber dieß ist in den nämlichen zween Mittelkörpern unter allen Winkeln gleich.

* Das ist die Erklärung, der ich mich schon oben bedient habe (§§. 172. — 174.). Die Weise der Erklärung ist vollkommen die nämliche, nur die Ursache der Wirkungen ist zerschieden. Die zween Folgesätze, die wir aus den Versuchen hergeleitet haben, sind mit großer Genauigkeit geometrisch bewiesen in Instit. Phys. des H. van Muschenbroeck §§. 1099. 1100. 1101.

Von dem Zurückprellen des Lichtes (Reflexio luminis).

§. 283.

Versuche. I. Man nehme abermal eine ebene Tafel (Fig. IV.), auf der ein mit zween Durchmessern senkrecht durchschnittener Zirkel gezeichnet ist: errichte die zween gleiche Winkel nCN und aCM, und schlage in n und a Stiften ein. Versenkt man nun die Tafel wie zuvor bis auf MN ins Wasser ꝛc. und zielt von dem Stifte a nach c, so wird man nach der nämlichen Richtung aC den Stiften n sehen. II. Läßt man in ein finsteres Zimmer einen Lichtstral auf die Fläche eines Wassers, welches in einem Geschirre auf dem Boden steht, einfallen: setzt man dem Strale ferner eine Tafel parallel an die Seite, so daß sie die Fläche des Wassers genau berühre, und bemerket auf derselben mit zwoen Linien die Richtung des auffallenden sowohl, als des zurückgeprellten Strales, so wird man finden, daß dieser und

jener

jener mit der horizontalen Fläche des Wassers den nämlichen Winkel mache. III. Richtet man endlich diesen Strale eine ebene Fläche z. B. einen Spiegl so entgegen, daß er senkrecht auf denselben auffalle, so geht er auch senkrecht wieder zurücke.

* Damit man die Richtung des Strales recht genau bestimme, so kann man einen Rauch machen, wodurch man ihn deutlicher sieht, und 2.) anfangs nur die Gränzen desselben bemerken, nachmals aber die Mitte aufsuchen, und die Linien ziehn.

Folgesätze. I. Das **Licht** wird von dem Körper, auf den es auffällt, **zurückgeprellt,**

II. und zwar so, daß der Winkel, unter dem es auffällt, und der Winkel unter dem es zurückfährt, **in der nämlichen Ebene liegen,**

III. Ja, diese zween Winkel (der Auffalls- und der Reflexionswinkel) sind vollkommen **einander gleich.**

§. 284.

Fernere Versuche von der Reflexion des Lichtes.

1.) Wenn man eine wohlgeschliffene Glasplatte a b (Fig. VII.) horizontal stellet, und ein Objekt, etwa ein Licht, von I auf dieselbe hinscheinen läßt, so wird man dieses Licht aus O in C, und auch aus n sehen können, wenn der Auffallswinkel nicht gar zu klein ist. So wird auch ein Kerzenlicht sowohl in dem Zimmer auf den Fensterscheiben (wie in einem Spiegel), als außer demselben wegen der Durchsichtigkeit des Glases gesehen. 2.) Eben das erfährt

fährt man mit einem gläsernen Prisma (Fig. VIII.): steht der Spitz davon abwärts, und fällt das Licht auf die Fläche AB hin, so sieht man das Objekt I aus O nach der Richtung OC, und aus n nach der Richtung nm. Ist aber der Spitz aufwärts gerichtet, und fällt das Licht nach der Richtung Ic auf (Fig. IX.): so wird es sowohl von O aus nach der Richtung OC, und zugleich aus n nach nC gesehen, wenn anders der Auffallswinkel noch seine gehörige Größe hat; wie ich schon (n. 1.) gemeldet habe. 3.) Das Objekt I verschwindet nach der Richtung OC, oder wird wenigstens undeutlicher, wenn die Fläche AB von einem andern naßgemachten Prisma, oder von was immer für einem nassen Körper wohl berühret wird. 4.) Das Objekt erscheint in allen diesen Versuchen auf den zurückprellenden Flächen ganz deutlich.

I. In den Versuchen (1. und 2.) wird ein Theil des Lichtes von dem Körper **zurückgeprellt**, der andere durchgelassen, und **gebrochen**, d. i. die **Reflexion** ist mit einer **Refraktion** vergesellschaftet; wenn der Auffallswinkel nicht gar zu klein ist.

II. **Das Zurückprellen geschieht** nicht nur bey der ersten Oberfläche, sondern auch bey der zweyten, da es in den vorigen Mittelkörper heraustretten sollte (Vers. n. 2.).

§. 285.

III. **Die Reflexion des Lichtes kann keine Wirkung des Aufstoßes auf die festen Theile der Körper seyn;** denn wäre dieses, so müßte dort die Reflexion häufiger geschehen, wo das Licht

auf mehrere feste Theile träfe. Nun lehrt uns die Erfahrung gerade das Widerspiel; denn wenn unter dem Prisma Luft ist, so sieht man das Objekt ganz deutlich (Vers. n. 2. vorg. §.): es wird aber undeutlicher, oder verschwindet gar, sobald die Fläche AB von einem dichtern Körper berühret wird (Vers. n. 3.); mithin ist das Zurückprellen der Stralen unläugbar größer, da sie aus dem Glase in die Luft, einen viel lockerern Körper übergehen, als da sie auf einen weit dichtern, das Wasser treffen. 2.) Ferner wird das Objekt auf dem Glase ganz deutlich abgemahlen (Vers. n. 4.), auch dieses ist unmöglich, wenn die Reflexion durch den Aufstoß auf die festen Theile erkläret werden soll; denn auch die Körper, die man mit der äußersten Mühe, und Genauigkeit eben gemacht, und zugeschliffen hat; haben im Vergleiche mit den ungemein feinen Lichttheilchen (§. 272.) sehr viele und große Ungleichheiten, und Hervorragungen. Wie könnte also das Licht unter einem bestimmten Winkel auf dieselben auffallen, deutlich abgemalen, und ordentlich zurückgeprellt werden?

* Daß auch die sorgfältigst geebneten Flächen in der That noch sehr rauch, und ungleich sind, das läßt sich aus der Weise selbe zu schleifen ohnschwer schließen.

IV. **Kein Stral wird zurückgeprellt**, solange er in dem nämlichen und gleichartigen Mittelkörper fortfährt (Vers. 1. 2. 3.), sondern die Reflexion geschieht allemal an den Gränzen ungleichartiger Mittelkörper.

V. Weil sich nun durch den Aufstoß des Lichtes auf die festen Theile der Körper nichts erklären läßt (III.); in einer Entfernung aber von diesen nichts, als Kräfte vorkommen, welche bey den Gränzen der Mittelkörper nothwendig ungleich

sind,

ſind, und in der Richtung des Lichtes eine wirkliche Aenderung hervorbringen (§. 281. ꝛc.): ſo ſcheint es, daß auch das **Zurückprellen des Lichtes durch die nämlichen Kräfte bewirket werde.**

§. 286.

Ja, durch das Uebermaaß der Kräften bey den Gränzen ungleichartiger Mittelkörper kann man auch die Reflexion des Lichtes hinlänglich erklären. Dieſen Satz vollſtändig zu beweiſen, müſſen wir mehrere Fälle auseinander ſetzen. 1.) Giebt es ein Uebermaaß der Kräften, in dem Körper, auf den das Licht auffällt, z. B. wenn es aus der Luft auf Waſſer oder Glas hinfährt; und iſt die Richtung des Strales **ſenkrecht:** ſo kömmt er nothwendig in die Sphäre der **zurücktreibenden** Kräfte von dem neuen Mittelkörper, in der ſeine vorige Geſchwindigkeit getilget (§. 9. VI. §. 11.), und ihm eine neue nach der entgegengeſetzten Richtung mitgetheilt wird; er muß alſo ſenkrecht wieder zurückfahren. Fällt aber der Stral unter einem ſchiefen Winkel z. B. (Fig. X.) nach Rc auf, ſo werden die zurücktreibenden Kräfte, die eine Kraft Ra ſchwächen, und eine gleiche nach der entgegengeſetzten Richtung cb = Ra hervorbringen, die mit der andern unveränderten Kraft Rb = bd = ce eine zuſammengeſetzte, nach der Richtung und mit der Gewalt = cd beſtimmet. Daß der Winkel Rca dem Winkel dce gleich ſey, habe ich ſchon oben (§. 167. VII.) bewieſen.

2.) Sind

2.) Sind aber die **anziehenden** Kräfte auf das Licht in jenem Körper größer, aus dem der Stral in ein neues Mittel tretten soll, so werden sie die perpendikuläre Geschwindigkeit des Strales in seiner Bewegung tilgen, und eine andere gleiche nach der entgegengesetzten Richtung, d. i. die Reflexion bewirken (Fig. X.).

I. Die Reflexion der Lichtstralen durch die anziehenden Kräfte scheint in der That nur eine auf einen gewissen Grad vermehrte **Refraktion vom Perpendikel** zu seyn, und erfolgt, so oft die ganze senkrechte Gewalt von dem Uebermaaße der Kräften getilget wird. Wird selbe nicht getilget, so wird der Stral nur gebrochen.

II. Gleichwie die Refraktion nur nach und nach, und eben darum in einer krummen Linie geschieht (§. 281. III.): so muß der Stral auch bey der Reflexion des Lichtes **die Linie** Rod (Fig. X.) während der Tilgung seiner vorigen, und Bestimmung einer neuen Geschwindigkeit, **durchlaufen.**

III. Die Stralen werden in beyden angezeigten Fällen häufiger zurückgeprellt, **wenn der Auffallswinkel kleiner ist;** denn alsdenn ist auch der Sinus dieses Winkels, d. i. die senkrechte Gewalt kleiner, und leichter zu tilgen: folglich ꝛc.

IV. Der Stral kann auch bey seinem senkrechten Austritte in einen minder ziehenden Mittelkörper **zurückgeprellt** werden, wenn das Uebermaaß der Kräften in dem erstern Mittel zureichend ist, seine ganze Geschwindigkeit zu tilgen.

* Wir haben hier bereits die ersten Grundsätze der Katoptrik, und Dioptrik bewiesen; ihre besondern Sätze, wie auch die Gesetze und Formeln der Optik werde ich weiter unten, als an ihrem mehr eigenem Orte abhandeln. Zuvor muß ich noch die Zerschiedenheit des Lichtes untersuchen.

Von der Zerschiedenheit des Lichtes.

Von den Farben.

§. 287.

Versuche. I. Man lasse einen Lichtstral so, wie er von der Sonne kömmt, durch eine kleine Oeffnung, in ein vollkommen verfinstertes Zimmer, auf ein wohlgeschliffenes Prisma einfallen (Fig. XI.), und fange ihn, nachdem er durch das Prisma gebrochen ist, mit einer hinlänglich entfernten weißen Tafel auf. Hier zeigt sich ein länglichtes, an beyden Enden rundes Bild von sieben zerschiedenen Farben. Die erste und oberste ist **violet**, und hat, wenn man den ganzen Raum des Bildes zu 360 gleichen Theilen macht, einen Raum inne = 80; (Fig. XI.) auf diesen folgt die **dunkelblaue** im Raume = 40. **hellblaue** = 60. **grüne** = 60. **gelbe** = 48. **oraniengelbe** = 27 und zuletzt die **rothe** = 45. 2.) Die äußersten zwo Farben sind mit halben Zirkeln, und die übrigen mit parallelen geraden Linien begränzet. 3.) Obschon sich die Hauptarten der Farben gar wohl unterscheiden lassen, so scheinen doch die Gränzen zwoer derselben

selben allemal vermischt zu seyn. 4.) Wenn man das Prisma umdrehet: so ändert sich das Bild immerdar, und wenn die Spitze desselben aufwärts gerichtet ist, so halten die Farben in dem Bilde die nämliche Ordnung, doch so, daß die violeten den untersten, und die rothe den obersten Ort behauptet. II. Wird der durch das erste Prisma gebrochene Lichtstral wieder mit einem zweyten, dem vorigen parallelen, und umgekehrten Prisma (Fig. XII.) aufgefangen, so verschwinden die Farben, und das Licht bildet nur eine weiße Zirkelfläche. 2.) Fängt man ferner eben die Farben mit einem Linsenglase auf, so sieht man in dem Brennpunkte wieder nur weißes Licht, und erst nach einer größern Entfernung werden die 7 Farben, und zwar in umgekehrter Ordnung beobachtet. III. Wird aber ein schon abgesönderter gleichfärbiger Stral, z. B. der grüne, oder gelbe durch eine Tafel RQ (Fig. XIII.) durchgelassen, und mit einem Prisma aufgefangen, so erscheint auf einen entgegenstehenden Tafel Ss zwar ein Bild von der nämlichen Farbe, aber rund, und fast ohne alle Verlängerung. IV. Endlich, wenn der Stral DO (Fig. XIV.) auf ein rechtwinklichtes Prisma ACB auffällt, so werden die Farben in der gewöhnlichen Ordnung auf der Tafel MM gesehen; da man aber das Prisma um seine Achse drehet, so, daß der Winkel DOA immer abnehme, so wird ein Theil des Strales nämlich der blaue V auf der Tafel MM verschwinden, und von der Fläche AB in O reflektirt werden. Fängt man nun diesen zurückgeworfenen Stral mit einem neuen Prisma EFO auf, dessen Winkel F etwa 55° hat: so zeigt sich auf der Tafel NN eben der Stral, der von der Tafel MM verschwand. Dreht man alsdenn das Prisma ABC immer mehr um, so verlieren sich nach und nach alle Farben auf der Tafel MM,

und

und zeigen sich in der nämlichen Ordnung, in der sie vergehen, auf der Tafel NN (*a*).

I. Das Licht, so wie es von der Sonne kömmt, bestehet aus Theilen, die von dem Prisma unter zerschiedenen Winkeln gebrochen werden (Vers. I.).

II. Solange die Stralen vermischt sind, erregen sie auf unserm Ange keine Empfindung einer besondern Farbe (Vers. II. 1. 2.).

III. Und nur da, wo sie mehr oder minder gebrochen, und voneinander abgesöndert sind, machen sie die zerschiedenen Farben aus (I. II.).

IV. Die Theile von der nämlichen Farbe werden beynahe gleich stark gebrochen, und lassen sich ferner in keine andere Farben zertheilen (Vers. III.).

V. Diejenigen Lichtstralen welche mehr gebrochen werden, werden auch leichter zurückgeprellt (Vers. IV.).

§. 288.

VI. Die zerschiedenen Winkel, unter welchen die Stralen auf das Prisma hinstossen, machen zwar, daß sie weniger, oder häufiger zurückgeprellt werden: so oft sie aber gebrochen werden, bleiben allemal die nämlichen Farben, in der nämlichen Ordnung, so daß die violete am stärksten, die rothe am mindesten gebrochen wird; mithin kann der zerschiedene Auffallswinkel nichts zur verschiedenen Stärke oder Schwäche der Refraktion beytragen; überdas sind die auffallenden Lichttheilchen

(*a*) Diese und noch mehrere so mühsam als sinnreich angestellte Versuche sind zu finden in Opt. Newt. L. I. P. II.

chen wegen der sehr großen Entfernung der Sonne unter sich parallel, und fallen auf die nämliche Glasfläche nothwendig unter einem gleichen Winkel hin.

VII. Auch das Prisma an und für sich allein betrachtet ist der hinlängliche Grund des zerschiedenen Winkels nicht, unter welchem die Stralen der zerschiedenen Farben gebrochen werden; denn das Prisma ist in allen Theilen gleichartig. Die nämliche Ursache aber hat allemal gleiche Wirkungen ꝛc.

VIII. Es bleibt uns also nichts übrig, als daß wir die Zerschiedenheit des Refraktionswinkels aus einem Grunde herholen, der in den Lichttheilchen selber liegt.

IX. Da sich nun in den Lichttheilchen nichts unterscheiden läßt, als ihre **Natur**, d. i. ihre Zusammenfügung, Dichtigkeit, Größe, Figur ꝛc. und die **Geschwindigkeit** mit der sie bewegt werden: so muß die Ursache der zerschiedenen Refraktion in einem von diesen beyden Stücken aufgesucht werden.

§. 289.

Die Lichtstralen müssen durch das Prisma zerschieden gebrochen werden, wenn sie oder von zerschiedener Natur, oder mit zerschiedener Geschwindigkeit beweget werden. Die Ursache des Stralenbrechens ist das Uebermaaß der anziehenden Kräften des neuen Mittelkörpers (§. 281.). Dieses Uebermaaß wird also auf Stralen von zerschiedener Natur gleichfalls zerschieden wirken. 2.) Werden aber auch vollkommen gleichartige Lichttheilchen mit ungleicher Geschwindigkeit bewegt, so müssen sie jenen Raum, in welchem

chem das Uebermaaß der Kräften wirket, in ungleichen Zeiten durchlaufen, und nach dem Verhältnisse ihrer Geschwindigkeit mehr oder weniger angezogen, und gebrochen werden. Es wird also in beyden Fällen die Refraktion zerschieden seyn.

§. 290.

In beyden Fällen läßt sich aber auch die zerschiedene Empfindung, die die zerschiedenen Farben in unserm Auge hervorbringet, ohne Beschwerniß erklären; denn die Wirkung der Lichttheilchen ist ebenfalls zerschieden, wenn sie schneller oder langsamer bewegt werden, und wenn ihre Natur nicht einerley ist; folglich auch die Empfindung ꝛc.

I. Man kann also weder aus der schon zuvor bekannten **Natur** des Lichtes, noch aus den **Erfahrungen** die einte von diesen Ursachen als die Eigentliche angeben; denn die Natur kennen wir nur durch Erfahrungen: das aber, was uns die Erfahrungen lehren, kann auf beyde Weise geschehen, und hinlänglich erkläret werden.

II. Aus dem nämlichen Grunde läßt sichs auch mit keiner Sicherheit verneinen, **ob nicht beyde Ursachen zugleich die Zerschiedenheit der Lichtstralen ausmachen.**

* Daß die zerschiedene Geschwindigkeit der Lichttheilchen die Ursache von der Ungleichheit der Refraktion, und den Farben nicht seyn könne, bemühen sich einige aus der schon oben beschriebenen Beobachtung (§. 274. Astron. Beob.) zu beweisen. Sie glauben: der Trabant

des

des Jupiters müßte bey dem Eintritte in den Schatten zuletzt blau, und bey seinem Austritte roth erscheinen; weil die blauen Stralen, als die langsamsten, von den übrigen abgesöndert, und allein auf das Auge wirken müßten, da wegen dem Eintritte des Trabanten in den Schatten keine andere nachkommen können. Die rothen Stralen hingegen müßten als die geschwindesten vor allen andern bey dem Austritte zu uns kommen. Wenn man aber bedenkt, daß der Trabant nur nach und nach in den Schatten versenkt werde, und aus demselben wieder austrette, so hört das ganze Beschwerniß auf; denn die letzten Stralen bey dem Eintritte, und die ersten bey dem Austritte sind sehr wenige, und dem Auge noch unmerksam: so lange sie aber bey dem Eintritte, und sobald sie bey dem Austritte aus dem Schatten von einem größern Theile des Trabanten kommen, und merklich werden, sind sie schon stark mit andern Stralen vermischt, und können uns weder blau noch roth scheinen.

* * Man macht auch wieder diese Sätze, ob sie schon unmittelbar aus der Erfahrung hergehollet sind, noch andere Einwendungen, und zwar Theils wider die Zerschiedenheit der Refraktion, theils wider die Zahl der Farben.

I. Die Zerschiedenheit der Refraktion wird aus folgenden Gründen angestritten. 1.) Man müßte die sieben Farben von einer jedwedern Flamme erhalten. 2.) Objekte von zerschiedenen Farben könnten nicht zugleich deutlich, viel weniger 3.) ein weißes Objekt weiß gesehen werden; denn das Licht von der Flamme, und von dem weißen Körper müßte in sieben Farben getheilt werden; das

Licht

Licht aber z. B. von einem blauen Objekte müßte weit früher, als jenes von einem rothen in dem Auge versammelt, und eben darum könnten beyde Objekte nicht zugleich gesehen werden. Auf alle diese Einwürfe können wir erst deutlich antworten, sobald wir den Bau des Auges, und alles, was zum Sehen gehört, genau untersuchet haben werden. Unterdessen merke ich nur so viel an, daß man sogar durch die Kunst Gläser erfunden habe, durch welche die Ungleichheit in dem Stralenbrechen gänzlich verhindert wird; wie weit vollkommener muß dieses durch das vollkommenste optische Werkzeug, ich verstehe, das menschliche Aug, zu Stande gebracht werden.

Sollte man aber fragen, warum sogar durch ein Prisma ein ganz weißes Objekt weiß; und nur an den äußersten Gränzen violet, oder roth erscheine? So antworte ich: weil das Licht eines jeden Theiles von der Mitte in sieben Farben gebrochen, nach dem Brechen aber die Farben aller Theile untereinander vermischt werden, und kein einziger Stral einer besondern Farbe auf unser Auge kommen kann, ausgenommen von den äußersten Theilen; derer Licht mit dem Lichte fernerer Theile nicht vermischet werden kann.

II. Wider die Zahl der Farben wendet man ein, daß Mariotte, und Rizet eine schon abgesönderte Farbe ferner in andere getheilet haben. 2.) Daß nicht nur sieben zerschiedene Grade der Refraktion, sondern von dem kleinsten bis zum größten unzählbare seyn müssen; denn in der Natur giebt es keinen Sprung. 3.) Die oranien-gelbe Farbe sey nur aus der rothen und gelben zusammen-

mengesetzt. Und endlich 4.) von dem Lichte einer brinnenden Kerze können nur die rothe, grüne, und violete Farbe unterschieden werden. Ich antworte: 1.) das Zeugniß des Mariotte, und Rizet beweißt nichts, wenn wir es mit dem Ansehen so vieler Gelehrten vergleichen, die alle bisher angezeigte Newtonianische Versuche in Deutschland, Frankreich, Welschland, und Engelland allemal mit dem nämlichen Erfolge nachgemacht haben. 2.) Ich bekenne es selber, daß unzählbar viele Grade der Refraktion seyen; aber nur sieben machen einen merklich zerschiedenen Eindruck. Ich gebe es 3.) auch wohl zu, daß aus einer Vermischung der rothen und gelben Farbe eine oraniengelbe erhalten werde; daß aber darum auch die durch ein Prisma erhaltene oraniengelbe Farbe eine solche Mischung sey, dieß läugne ich allerdings; denn, wenn man diese besonders durch ein Prisma durchläßt, so wird ihr Bild weder merklich verlängert, weder eine andere Farbe unterschieden, folglich werden alle ihre Theile gleichgebrochen. 4.) Gleichwie das Prisma in dem Lichte einer Kerze nur drey Farben entdeckt, also liefert es uns unumstößliche Proben, daß in dem Sonnelichte sieben zerschiedene Farben enthalten seyen, welche gegeneinander jedesmal gleiches Verhältniß haben. Uebrigens ist es eine ausgemachte Sache, daß das Licht nach der Zerschiedenheit der leuchtenden Körper gleichfalls zerschieden sey. H. Melville erhielt von einem angezündeten Geiste Flammen von unterschiedlichen Farben, da er denselben mit unterschiedenen Salzen vermengte.

Von

Von einer. gewissen Zerschiedenheit der Lichttheilchen, auch in der nämlichen Farbe.

§. 291.

Versuche. 1.) Man nehme zwey konvexe Gläser, derer Brennpunkt sich auf eine große Entfernung erstreckt; (Newton bediente sich bey diesen Versuchen eines Glases, dessen Brennpunkt sich erst in einem Raume von 80 versammelte). Man lege dieselben so aufeinander, daß sie sich im Mittelpunkte berühren, und die Tangenten der Mittelpunkte parallel seyen, und lasse einen schon abgesönderten gleichfärbigen Stral darauf hinfallen. Betrachtet man nun diese Gläser von der Seite her, wo das Licht auffällt, so sieht man in der Mitte eine runde dunkle Mackel: um diese herum aber einen Ring von der Farbe des auffallenden Strales. Nach diesem gefärbten folgt ein dunkler, nach diesen wieder ein gefärbter, und so wechselweise, itzt ein dunkler, itzt ein gefärbter Ring. Betrachtet man aber diese Gläser von der andern Seite: sieht man in der Mitte statt der Mackel die Farbe, und um sie herum wechselweise dunkle und gefärbte Ringe, so, daß man dort, wo man vorher gefärbte Ringe sah, itzt dunkle, und wo man dunkle sah, itzt gefärbte beobachtet. 2.) Alles dieses nimmt man auch wahr, wenn man sich statt der einen Linse, eines flachen Glases bedienet. 3.) Wenn man den Zwischenraum dieser beyden Gläser mit Wasser ausfüllet, oder die Luft in demselben sehr verdünnert: so wird man zwar in beeden Fällen die Abwechslung der gefärbten, und dunklen Ringe beobachten, jedoch werden uns diese im zwey-

zweyten Falle viel lebhafter, und im ersten viel schwächer, und mit kleinern Durchmessern vorkommen.

Folgesätze. I. Die Abwechslung der gefärbten und dunklen Ringe beweiset überzeugend, daß **in zerschiedenen Entfernungen von dem Mittelpunkte** der besagten Gläser, **auch Theile von einerley Farbe,** die gleich starke Refraktion leiden (§. 287. IV.) **theils durchgelassen, theils zurückgeworfen werden;** denn wo von einer Seite her die Farbe, da wird von der andern der dunkle Ring beobachtet; und umgekehrt ꝛc.

II. Die wahre Ursache dieser Zerschiedenheit kann nicht **auf der ersten Fläche des Glases** gesuchet werden; denn es könnte sonst keine Aenderung in der Farbe folgen, wenn man den Zwischenraum der beyden Gläser mit Wasser ausfüllt, oder von der Luft leeret (Vers. n. 3.).

III. **Auch nicht in den zwo innern konvexen Wänden** der Gläser; denn auch wenn man sich statt des einen konvexen Glases eines flachen bedienet, so folgt die nämliche Erscheinung (n. 2.).

IV. Noch weniger erklärt man die Sache dadurch, daß auch die Lichttheilchen von der nämlichen Farbe in der **Natur und Geschwindigkeit unter sich noch zerschieden seyn;** denn diese Zerschiedenheit müßte sich schon in den Versuchen mit dem Prisma, und auf der ersten Fläche der konvexen Gläser zeigen (§. 287.), und schon von dieser müßten alle diejenigen Theilchen zurückgeworfen werden,

derer Natur oder Geschwindigkeit anders beschaffen wäre, als jener, welche durchgehen. Nun aber lehret die Erfahrung gerade das Gegentheil (II.): folglich ꝛc.

V. Es läßt sich also keine Zerschiedenheit entdecken, als nur in **der Tiefe des Zwischenraumes** der mit der Entfernung von dem Mittelpunkte der Gläser in genauem Verhältnisse steht.

VI. Da nun die Kräfte der Gläser wegen dem größern oder kleinern Abstande keine Aenderung leiden: so scheint es, daß sich nach Zerschiedenheit der Tiefe des Raumes **der einfallende Stral selbst** abändern müsse.

VII. Und in der That, wenn man eine Abänderung des Strales annehmen darf, die der Größe des Zwischenraumes proportionirt ist: so verschwindet das meiste Beschwerniß, welches die Erklärung dieser Phönomenen leidet; denn, wenn sich der Stral von Zeit zu Zeit abänderte, müßte er nach Zerschiedenheit seines kürzern, oder längern Weges itzt in diesem itzt in einem andern Zustande in die Kräftensphäre des neuen Mittelkörpers kommen, und sodenn bald durch das zweyte Glas durchgelassen, bald von ihm zurückgeworfen werden.

* Aber, wie sollen so ordentliche Aenderungen der kleinsten Lichttheilchen in so kurzer Zeit vorgehen können? H. Roger Boscovich sucht die Möglichkeit davon durch zween Wege zu zeigen. 1.) Der **erste** setzet zum Voraus a) daß die einzelnen Lichttheilchen nach zerschiedenen Richtungen auch eine zerschiedene Natur, oder Zusammenfügung haben, und b) immer auf dem ganzen Wege um ihre Achse gedrehet werden. Wenn nun das Lichttheilchen mit einer Seite auf den neuen Mittelkörper stößt, von

der

der es mehr angezogen wird: so muß es durchgehen, und im Gegentheile zurückgeprellt werden, wenn es in eine Lage kömmt, wo die zurücktreibenden Kräfte des Mittelkörpers stärker darauf wirken können. 2.) Der **zweyte** Weg wäre, wenn die Lichttheilchen schwingungsförmig bewegt würden, und sich wechselweise itzt nach diesem, itzt nach einem andern Durchmesser (der den vorigen senkrecht durchschneidet) ausdehnten, und zusammzögen, und also nach zerschiedener Tiefe des Zwischenraumes itzt zum Durchgehen, itzt zum Zurückprellen geschickter würden.

VIII. Wenn man es gleich nicht durch Erfahrungen bestimmen kann, ob der erste, oder der zweyte von diesen beyden Wegen, oder etwa gar ein dritter noch unbekannter in der Natur **wirklich** sey; so bleibt es doch wenigstens gewiß, daß beyde Wege **möglich** sind.

IX. Und deßwegen läßt es sich an einer **ordentlichen Abänderung der Lichttheilchen** (VI.) nimmer zweifeln.

X. Man sieht also wohl die Ursache ein, warum fast mit einer jeden **Refraktion** die **Reflexion** einiger Stralen, vergesellschaftet sey (hier I. §. 284. I.).

§. 292.

Versuche. Wenn auf die zwey Linsengläser (§. vorgeh. Vers. 1.) ein unabgesönderter Lichtstral, so, wie er von der Sonne kömmt, auffällt: so erscheinen die wechselnden Ringe auch da, wie in den vorhergehenden Versuchen, jedoch mit dem Unterschiede, daß sie vielfärbig sind, und eben jene

Far-

Farben zurückwerfen, die man durch das Prisma absondert (§. 287. n. I.).

I. So, wie die Tiefe des Zwischenraumes der beyden Gläser gröſser oder kleiner ist, werden auch die Stralen von dieser oder jener Farbe merklicher zurückgeprellt, oder durchgelassen.

II. Für jede Farbe ist also eine gewiße Tiefe bestimmt.

III. Und die Bewegung der Theilen, die entweder schwingungsförmig ist, oder um ihre Achse geht (vorg. §. VII. Anm.), muß in den ungleichfärbigen Theilchen, in ungleichen Zeiten vollbracht werden.

* Bisher haben wir also die allgemeinen Eigenschaften des Lichtes erkläret, welche uns nun ferner leiten müssen, um die Natur des Lichtes näher zu bestimmen, und die Anwendung auf die Dichtigkeit, auf die nativen Farben der Körper, und endlich auf die Farben in der obern Atmosphäre zu machen.

III. Nähere Bestimmung der Natur des Lichtes, und Anwendung der festgesetzten Gründe.

Von der Natur des Lichtes.

§. 293.

In den brinnenden Körpern werden die eigenthümlichen Theilchen derselben sehr

* Durchsichtigkeit

sehr heftig bewegt, und 2.) die Feuertheilchen müssen nicht nur hin und her, sondern sie können auch 3.) mit einer überaus großen Geschwindigkeit aus der Sphäre des brinnenden Körpers hinausgeworfen werden. 1.) Schon in dem warmen und heißen Körper sind die Theile in einer sehr heftigen zitternden Bewegung: diese ist in den brinnenden Körpern noch weit stärker, wie ich schon bewiesen habe (§. 269. I. II. III.), und wie man es allemal z. B. an dem Dachte einer brinnenden Kerze, oder einem andern brinnenden Körper z. B. im Peche beobachten kann. 2.) Die Bewegung der heftig zitternden Körpertheilchen muß den Lichttheilchen nothwendig mitgetheilt, und diese werden um so häufiger und stärker untereinander geworfen werden, je größer ihre Feinheit, und mächtiger der Aufstoß der Körpertheilchen auf dieselben ist. 3.) Wird aber einem solchen Lichttheilchen eine sehr große Geschwindigkeit nach einer Richtung eingedrückt nach der es keinen Widerstand in dem brinnenden Körper findet, so muß es nothwendig von dem Körper abgesondert, und mit der erhaltenen Geschwindigkeit ausgeworfen werden. Der Grund dieser Geschwindigkeit liegt in den **Kräften**, die in den ganz kleinen Abständen der Theile im verkehrten Verhältnisse beynahe ins Unendliche wachsen (§. 11.); denn wenn ein Lichttheilchen durch öfteres hin und her Stossen mit einem andern größern ebenfalls sehr schnell bewegten Theile in einen sehr kleinen Abstand kömmt, und wenn sich dieser größere Theil (der neben der vorigen Bewegung auch noch eine andere zitternde hat (§. 247.), und eben itzt zusammengedrückt ist) auf einmal mit heftiger Gewalt ausdehnet: so muß die

bis

bis ins Unendliche wachsende zurücktreibende Kraft ein so feines Theilchen in eine Geschwindigkeit versetzen, welche alle Einbildung weit übersteiget.

* Dergleichen auswerfende Kräfte können wir obgleich in einem unvergleichlich kleinern Grade, auch schon in einem warmen Körper beobachten. Stellen wir z. B. eine Schaale mit warmen Wasser, Thee, Koffee zwischen der Sonne und unserm Auge, so werden wir wahrnehmen, daß viele kleine Kügelchen mit so ziemlich großer Geschwindigkeit in die Höhe geworfen werden, die aber Theils wegen ihrer eigenen Schwere, theils wegen dem Wiederstande der Luft gleich wieder zurücke fallen. Woher dieses Auswerfen, als von der hier erklärten Ursache? — Ist aber diese in einem weit kältern Körper gegen unvergleichlich größere Theile, denen noch überdas die Luft widersteht, nicht nur möglich, sondern auch wirklich, warum wollen wir ihre Gegenwart bey dem Auswerfen der Lichttheilchen in Zweifel ziehen?

** Durch was werden aber die Lichttheilchen, ungeachtet der zurücktreibenden Kraft, in einen so kleinen Abstand von den Körpertheilchen gebracht? — Durch eine andere entgegengesetzte Kraft? — woher diese? — Ins Unendliche müßte man hier kommen, wenn man die Möglichkeit bestimmen wollte? Ich antworte: Die Theile werden hin und her geworfen, und können in diesen kleinen Abstand auch schief von der Seite her, nach einer andern Richtung eintretten, als die zurücktreibende Kraft wirket; denn in den größern Theilen können nach dieser Richtung ganz andere Kräften wirken, als nach einer andern (§. 48. VI.).

§. 294.

Die schon wirklich ausgeworfenen Lichttheilchen müssen nicht nur in einem vollkommnen leeren Raume, sondern auch in jedem gleichartigen Mittelkörper beynahe mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortbewegt werden. Das erste folgt aus der Natur der bewegenden Kraft (§. 27.). 2.) Weil aber ferner auch in dem dichtesten Körper mehr Zwischenraum als Materie ist (§. 8.), so kann ein unbeschreiblich feiner Lichttheil (§. 272.) überall in gerader Linie leeren Raum antreffen. Die Kräfte des durchaus gleichartigen Mittelkörpers wirken nach allen Richtungen gleich; mithin können auch diese in der Bewegung des Strales keine Aenderung hervorbringen (§. 281. IV.). Das Anziehen des Körpers, aus dem die Lichttheilchen ausgeworfen werden, scheint doch die Geschwindigkeit von diesem aufzuhalten? — Ja! allein dieß hat nur in jenen kleinen Abständen Platz, in denen auch die anziehende Kraft mit der Entfernung wächst: weil nun diese unvergleichlich kleiner ist; als die zurücktreibende, mit der das Lichttheilchen ausgeworfen wurde, so kann noch immer jene Geschwindigkeit übrig bleiben, die wir in dem Lichte beobachten; denn wenn dieses aus dem kleinen Abstande, in welchem die sonderheitliche anziehende Kraft wirket, hinausgefahren ist, wird die Geschwindigkeit von keiner Wirkung mehr aufgehalten, als von der allgemeinen Anziehungskraft, die wir die Schwere genennet haben, und die auf ein so kleines Lichttheilchen sehr schwach ist, eben darum keine merkliche Aenderung in seiner überaus großen Geschwindigkeit machen kann.

* Daß die Kräfte der Schwere weit schwächer, als jene in den kleinsten Abständen der Elemente seyen, läßt

sich

sich leicht fassen, wenn man bedenkt, wie schwer es sey, auch den kleinsten Theil von einem Körper abzusöndern, und wie leicht im Gegentheile einen abgesönderten wider die Richtung der Schwere zu bewegen.

§. 295.

Das Licht ist nichts anders, als die von den leuchtenden Körpern ausgeworfenen Feuertheilchen. Das Licht muß **entweder** eine schon zuvor überall gegenwärtige elastische Materie seyn, die nur von dem leuchtenden Körper in eine zitternde Bewegung versetzet wird, **oder** es bestehet in den ausgeworfenen Feuertheilchen (§. 271. II.). Das **erste** ist der Erfahrung zuwider, und kann in der Natur nicht statt haben (§. 276. I. 273. II.). Das **zweyte** aber ist nicht nur möglich, sondern es lassen sich auch alle Haupteigenschaften des Lichtes dadurch erklären (§§. 277. — 294.), und es wird sich in der fernern Anwendung auf die Durchsichtigkeit und Farbe der Köper ꝛc. kein neues Beschwerniß zeigen. Folglich haben wir Grund den gegenwärtigen Satz von der Natur des Lichtes zu behaupten.

I. Es werden also die Lichttheilchen nicht nur von der **Sonne**, sondern auch von einem jeden **leuchtenden Körper** ausgeworfen.

II. Und umgekehrt müssen auch alle diejenigen Körper leuchten, aus welchen die Feuertheilchen wegen der heftigen Bewegung, die in ihnen vorgeht, hinlänglich ausgeworfen werden: so leuchten auch **Insekten** zu gewissen Zeiten, und **faules Holz** ꝛc. **im Dunkeln.**

§. 296.

Die brennlichen Materien, und Körper auf unserer Erde müssen durch die Flamme nicht nur abnehmen, sondern auch vollkommen verzehrt werden. 2.) Hingegen die Sonne kann keinen Verlust leiden, der uns merklich würde. Das erste lehrt uns die Erfahrung, und folgt auch nothwendig, wenn der Rauch, welcher jede Flamme begleitet, nichts anders ist, als die wegen der Bewegung abgehenden Körpertheilchen; denn ob diese gleich wieder aus der Luft auf die Erde zurückfallen, so können sie doch nimmer in dem Körper vereiniget werden, aus dem sie aufgestiegen sind. 2.) In der Sonne müssen zwar zerschiedene Theile, wie von den brinnenden Erdekörpern aufsteigen; allein es entgeht ihr deßwegen nicht das geringste, weil alle Theile wieder in sie zurückfallen, so wie die Dünste unsrer Erde periodisch in die Luft aufsteigen, und wieder im Regen ꝛc. herabkommen; nur die Lichttheile kommen nicht zurücke. Diese aber für sich alleine betrachtet, können weder die Masse der Sonne, weder unsrer brinnenden Erdekörper merklich vermindern; denn sie sind so fein, und so selten (§§. 272. 275. IV.), daß, wie es Boscovich berechnet hat (*a*), eine einzige Sphäre Wasser im Durchmesser = $\frac{1}{1}$ mehr Materie in sich enthält, als alles Licht, welches in mehrern Millionen Jahren von der Sonne ausgeworfen wird.

* Wohin kömmt aber das Licht, welches beständig von der Sonne, den übrigen Gestirnen, und von den brin-

(*a*) In Diario Romano litt. und Diss. de Lum. n. 72 — 74.

brinnenden Erdekörpern ausgeworfen wird? — Wenn es seine Geschwindigkeit verloren hat, so hört es auf Licht zu seyn, und kömmt unter dem Name Feuertheilchen vor. Denn die Feuertheilchen machen nur alsdenn das Licht aus, wenn sie mit größerer Geschwindigkeit in gerader Linie von den Körpern ausgeworfen und fortbewegt werden. Ein Theil des Lichtes, wird ohne Zweifel nach zerschiedenen Richtungen wieder zurückgeworfen: so, wie das Licht der Sonne von dem Monde und den übrigen Planeten auf unsere Erde, und von dieser auf den Mond ꝛc. hinfällt ꝛc.

Von der Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit der Körper.

(Diaphaneitate, Opacitate).

§. 297.

Man nennt den Körper **durchsichtig**, wenn von ihm das Licht frey durchgelassen wird, und **undurchsichtig**, wenn er demselben keinen Durchgang gestattet. **Durchsichtige** Körper sind z. B. Krystalle, Glas, Luft, Wasser. **Undurchsichtige** Steine, Holz ꝛc.

I. Die **Durchsichtigkeit** hat ihre Grade, je nachdem das Licht ungehinderter, und häufiger durchgehen kann.

II. Weil mit jedem (wenigstens dem schiefen) Durchgange des Lichtes allemal eine Reflexion auch bey den Körpern, welche wir die Durchsichtigsten nennen, vergesellschaftet ist: so folgt, daß es in der Natur **keine absolute Durchsichtigkeit** gebe.

§. 298.

Die Körper sind nicht deßwegen allein durchsichtig, weil sie nach allen Richtungen geradlinichte Zwischenräume haben. Denn wäre dieses, so müßte das Licht, weit freyer durch einen lockerern Körper, als durch einen dichtern dringen; und bey seinem Auffalle mehr von diesem als von jenem zurückgeprellt werden: und dennoch lehrt uns die Erfahrung oft gerade das Gegentheil (§. 284. n. 3.). Ferner läßt sich in dieser Hypothese gar keine Ursache angeben, warum ein schief unter einem kleinern Winkel auffallender Stral mehr, als ein senkrechter ꝛc. reflektirt werde; denn die Pori müßten nach allen Richtungen gleich viele seyn.

§. 299.

Wenn man aber annimmt, daß neben den nach allen Richtungen offenstehenden Zwischenräumen auch die Kräfte des Körpers, mit denen er auf das Licht wirket, nach allen Richtungen gleich sind, so läßt sich die Durchsichtigkeit ohne Beschwerniß erklären. Denn in diesem Falle muß der Stral, solange er in diesem Körper bewegt wird, in der nämlichen Richtung hingehen; weil er nur alsdenn von seiner Richtung abweicht, da sich ein Uebermaaß der Kräfte äußert (§. 281.); äußert sich dieses nicht, kann weder eine Reflexion, noch eine Refraktion, oder anderes Abweichen des Lichtes vorgehen, und der Stral muß ungehindert durch den Körper dringen.

I. Die **Gleichheit** der Kräfte auf das Licht nach allen Richtungen macht also die Durchsichtigkeit des Körpers aus.

II. Sind aber die Kräfte nach zerschiedenen Richtungen ungleich: so wird das Licht gebrochen, oder zurückgeprellt; mithin kann es nicht ungehindert durchgehen, und macht den Körper **undurchsichtig.**

III. Ein kleinerer Theil, z. B. ein **sehr dünn** geschlagenes Metallplättchen kann durchsichtig seyn, ohne daß es ein **dichteres** ist; denn obschon in dem dünnern Plättchen einige Stralen durchgehen, weil hier die Kräfte gleich sind, so folgt doch nicht, daß dieses auch in einem größern Theile geschehen müsse, weil die Menge der aufeinanderfolgenden Theile eine Ungleichheit der Kräfte einführen kann.

IV. Verliert das Licht durch öfteres Brechen und Zurückprellen in dem Körper seine Geschwindigkeit, so muß es in diesem als Feuertheilchen zurückbleiben (§. 296. Anm.).

V. Dieß ist auch die Ursache, warum ein durchsichtiger **Körper** durch die Lichtstralen nicht so leicht und geschwind erwärmet werde, als ein undurchsichtiger.

* Aus diesen Gründen lassen sich nachstehende Versuche, und Beobachtungen ohne Mühe erklären. 1.) Warum sowohl das Wasser, als der Terpentingeist durchsichtig bleiben, wenn dieser sanft auf jenes hingegossen wird; sobald sie aber beyde miteinander vermischt werden, die Durchsichtigkeit verloren gehe. 2.) Warum eine Auflösung der Galläpfel; und des Eisenvitrioles einzeln, nicht aber vermischt durchsichtig seyen. Warum eben diese Mischung durchsichtig werde, wenn Scheidewasser zugegossen wird. 3.) Warum das Wachs, Unschlitt, Oele ꝛc. nur in dem flüßigen Zustande, und 4.) Papier nur mit

Oel

Oele getränkt die Lichtstralen durchlassen. Warum 5.) ein zerstossenes, 6.) ein mit Dünsten überzogenes Glas, oder 7.) in einen Schaum getriebenes Wasser, Bier, Wein ꝛc. der Durchsichtigkeit beraubet werde.

Von den Farben der Körper.

Wir beobachten Körper, welche eine beständige, und ihnen, so zu reden, **eigenthümliche** Farbe behaupten; andere hingegen erscheinen nur in gewissen Umständen, oder nur unter einem gewissen Winkel mit dieser oder jener Farbe. Wir wollen hier zuerst die **eigenthümlichen**, und alsdann auch die **veränderlichen** Farben untersuchen.

§. 300.

Versuche. Ich lasse nocheinmal das Licht, so, wie es von der Sonne kömmt, auf eine weiße Tafel auffallen, und beobachte, daß die Tafel weiß erscheine. Fällt es aber durch ein Prisma abgesöndert auf eben diese Tafel auf, so zeigen sich alle Farben in völliger Lebhaftigkeit. Lasse ich 2.) diese abgesönderten Farben auf einen schon gefärbten Körper auffallen, werden auf diesem zwar alle Farben erscheinen; jedoch ganz schwach, ausgenommen diejenige, welche dem gefärbten Körper eigenthümlich ist. 3.) Fällt auch auf einen gefärbten Körper das durch ein Brennglas versammelte Licht auf, so scheint er seine Farbe zu verlieren, und weiß zu werden. 4.) Der gefärbte Körper wird auch weiß, wenn von dem Lichtstrale seine Farbe abgesöndert, und aufgefangen wird, und die andern nur vermischt auf ihn auffallen. So erscheint das Gold nicht anders, als Silber, wen der gelbe und die

an diese nächst angränzende Stralen von demselben abgehalten werden. 5.) Werden die schon abgesönderten Stralen in verschiedener Proportion und Zusammensetzung durch das Brennglas wieder versammelt, so entstehen zwar verschiedene Farben 6.) doch niemal eine schwarze.

I. **Ein weißer Körper** wirft alle Farben mit **gleicher Lebhaftigkeit** zurücke (Vers. n. 1.).

II. Da nun das Licht keine eigene Farbe hat, solange es vermischet ist (§. 287. Folg. II.): so ist derjenige Körper **weiß, der die Stralen vermischt zurückwirft.**

III. Da die Lichtstralen in keiner Proportion oder Mischung eine schwarze Farbe ausmachen (Vers. n. 6.), so kann die schwarze Farbe nichts als ein Abgang des Lichtes seyn, und diejenigen Körper sind **schwarz,** von welchen keine Stralen, oder doch nur sehr wenige zurückgeworfen werden.

IV. Solange wir aber den Körper sehen, und seine Theile unterscheiden, kömmt von ihm noch immer Licht zu unserm Auge, und wir nennen ihn nur darum schwarz, weil er sehr wenige Lichttheile zurückwirft.

V. Eben dieses gilt auch von weit entlegenen Körpern, die uns insgemein dunkel und schwärzlicht vorkommen; denn das Licht nimmt im Quadratverhältnisse der Entfernung ab (§. 273. III.).

VI. Weil der schwarze Körper die wenigsten Stralen zurückwirft, sondern alle an sich ziehet, und ihre Geschwindigkeit hemmt: so sieht man die Ursache ein, warum die schwarzen Körper am leichtesten, und stärksten von dem Lichte erwärmet werden (§. 299. V.).

VII. Obschon ein gefärbter Körper Stralen von jeder Farbe zurückwirft, so werden doch jene von seiner Farbe häufiger zurückgeprellt (Vers. n. 2.). Er hat also diese und keine andere Farbe, weil er die Stralen von dieser vorzüglich und in größerer Menge reflektirt.

VIII. Werden von mehrern Farben zugleich vorzüglich viele Stralen zurückgeworfen, so muß eine dritte, und **zusammengesetzte Farbe** entstehen (Vers. n. 5.).

IX. Weil die Möglichkeit der Proportion und Vermischung der Farben beynahe bis ins Unendliche geht, so ist auch die Zerschiedenheit der **eigenthümlichen** Farben ungemein groß.

§. 301.

Die letzte Ursache, und der hinlängliche Grund, warum von den Körpern nur gewiße Farben häufiger zurückgeworfen werden, liegt in den sehr kleinen Theilchen, und Oberflächen der Körper, welche für sich betrachtet noch durchsichtig sind, jedoch verschiedene Tiefen haben. Denn es ist einerseits gewiß, daß die durchsichtigen Körper nach Zerschiedenheit ihrer Tiefe verschiedene Farben zurückwerfen, oder durchlassen (§. 292, andererseits aber sind die sehr kleinen Theilchen, und Oberflächen der Körper noch durchsichtig, und haben verschiedene **Tiefen** (§. 299. III.); denn der Körper besteht aus nichts anders, als aus mehrern dergleichen so aufeinander liegenden Theilen, und kann in dieselben allemal zerleget werden. Mithin wird auch eben diese verschiedene

Tiefe der ganz kleinen durchsichtigen Theile mit allem Rechte als die wahre Ursache der eigenthümlichen Farben der Körper angegeben.

* Wenn man die bisherigen Sätze, und das, was wir schon oben (I. Th. §.49. §.III.) von den vielen möglichen Arten des Zusammenhanges gesagt haben, zusammen nimmt: so lassen sich alle mit dieser Materie verbundenen Erscheinungen ganz leicht erklären. Z. B. Wie sich die Blumen und Baumfrüchte nach und nach durch die Zeitigung färben. 2.) Wie man den Tüchern, und Leingezeugen verschiedene Farben geben kann. 3.) Warum einige Körper, die der Witterung ausgesetzt sind, ihre Farben verlieren. 4.) Warum die Wärme Aenderungen in der Farbe verursache, z. B. warum das Sieden die Krebsschaale roth färbe. 5.) Warum der nämliche Körper, wenn er naß, oder mit Oele getränket ist, anders gefärbt scheine, als da er trocken ist. 6.) Warum das Wasser, in welchem Nierenholz (lignum nephriticum) liegt, durch die durchgelassenen Stralen roth, durch die zurückgeworfenen aber blau erscheine: warum auch diese Farben verschwinden, wenn man das Licht durch ein Prisma auf dieses Wasser fallen läßt, und die blauen und rothen Stralen davon abhält. 7.) Warum ein rectificirter Weingeist den Rosenblättern ihre Farbe raube, und doch selbst nicht gefärbet werde, außer wenn man einige Tropfen Salpetergeist dazugießet. 8.) Warum der Violensaft von dem saurem Salze roth, und von dem alkalischen grün werde. 9.) Warum das saure Salz die rothe Farbe erhöhe, das alkalische im Gegentheile dieselbe verdunkle ꝛc. Noch viele andere dergleichen Beobachtungen findet man in Muschenbroecks Tent. Experim. in Acad. del cimento. Experimenta circa aliquot mutationes colorum in diversis fluidis. P. II. pag. 93.

auf=

aufgezeichnet, welche alle aus den gegebenen Gründen zu erklären sind.

** Es fordern hier auch eine Anmerkung die Farben derjenigen Körper, welche unter verschiedenen Winkeln mit andern Farben erscheinen; z. B. die schielenden Zeuge, der Hals einiger Tauben ꝛc. Wenn diese Körper nach verschiedenen Richtungen gleichfalls verschiedene Zusammenfügung, d. i. verschiedene Tiefen in den kleinsten noch durchsichtigen Theilchen und Oberflächen haben: so müssen nach diesen Richtungen auch die Farben, so wie wir sie beobachten, nothwendig verschieden seyn. Daß sich aber dieses in der That also verhalte, das wissen wir aus der Erfahrung, und selbst aus der Weise, mit welcher diese Zeuge ꝛc. gewebt werden.

*** Neben diesen giebt es auch noch eine andere Gattung der Farben, welche ihren hinlänglichen Grund in einem zufälligen Zustande des Auges haben, und die man deßwegen die zufälligen nennet. Die Ursache von diesem Zustande kann sich entweder in dem Auge selbst, oder außer demselben befinden. In dem Auge selbst können die Nerven durch allerhand Krankheiten mehr empfindlich werden; außer demselben können die Gegenstände, auf die man scharf hinsieht, durch ihr häufiges Licht, oder durch ihre starken Farben die Nerven des Auges nachdrücklicher reizen, und also verursachen, daß diese zur Empfindung des neuen Objektes nicht so geschickt seyn, als sie es ohne diesem heftigen Reize gewesen wären; ja, es muß aus der Wirkung der vorigen Gegenstände, und aus der neuen gleichsam eine zusammengesetzte entstehen, und, so zu reden, eine Mittelempfindung folgen. Ferner sieht unser Auge nach dem Schlafe, oder, wenn wir aus einem finstern Orte kommen, um eine brinnende Kerze einen gefärbten Ring, wovon die Ursache weder in

der

der Feuchtigkeit, oder den Dünsten der Luft, noch in der Näße des Auges seyn kann; denn man decke nur das Licht mit einem Finger, so sieht man den Raum in welchem man den gefärbten Zirkel beobachtete, zwar erleuchtet, aber ohne Farben. Es muß also die Ursache desselben in der Empfindlichkeit des Auges aufgesucht werden.

Wer von dieser Sache eine genauere Bestimmung verlanget, der mag den Herrn Abbt Rozier (*a*), oder Scherfern (*b*) darüber lesen.

Von den Farben in der Atmosphäre.

Ich werde hier nur von denjenigen Farben reden, die in der Atmosphäre durch das Brechen, und Zurückwerfen der Sonne- oder des Mondelichtes entstehen, das ist, 1.) von den Farben der Wolken, 2.) des Regenbogens, 3.) des Nordscheines ꝛc.

Von den Farben der Wolken.

§. 302.

Die Farben der Wolken können keinen andern Grund haben, als den wir von den Farben anderer gefärbten Körper angegeben haben. Weil auch von ihnen alles das gilt, was wir von diesen schon bewiesen haben.

I. Die-

(*a*) Observations sur la Physique, sur l'histoire naturelle, & sur les arts. Juillet 1776.

(*b*) Dissertatio de coloribus accidentalibus. Viennæ 1761

I. Diejenige Wolke muß also **weiß** erscheinen, die die auffallenden Lichtstralen vermischt zurückwirft, und eine andere mehr oder weniger **schwarz**, je nachdem sie mehrere oder wenigere Stralen in sich verschlinget.

II. Kommen durch die dünstige Atmosphäre, dort sonderbar, da die Sonne dem Horizonte ganz nahe ist, die rothen Stralen allein, oder doch häufiger als die übrigen zu unserm Auge, so werden wir sie **roth** sehen. Eben so scheinet eine Wolke gelb oder grün zu seyn (denn man beobachtet auch grüne Wolken) (*a*); wenn sie diese oder jene Farb häufiger reflektiren, oder durchlassen.

III. Die blaue Farbe, die bey heiterem Wetter in der ganzen Atmosphäre herrschet, entstehet, weil nur die **blauen** Stralen aus der Luft von allen Orten her zurückgeprellt werden; die übrigen aber durchgehen. Die Luft ist also mit ihren gleich ausgetheilten Dünsten, und fremden Theilen ꝛc. für einen blaulichten Körper anzusehen.

* Wenn die Luft selbst auch eine sehr hellblaue, und schier ins Weiße übergehende Farbe hat: so muß sie doch dunkel erscheinen, weil unmittelbar hinter ihr ein körperleerer Raum ist, von dem zu uns nicht das geringste Licht kömmt.

Von dem Regenbogen.

§. 303.

Versuche. Hängen wir, nach der Anweisung Ant. de Dominis und des Cartes mit Newton (*b*), und Nollet in unserm Zim-

(*a*) Frezier in der amerikanischen Reisebeschreibung.
(*b*) Opt. L. I. P. II. Prop. IX.

Zimmer eine mit Wasser gefüllte gläserne Sphäre auf, und lassen auf diese einen Lichtstral mit der Richtung Sc (F. XV.) einfallen, und sehen auf die Kugel aus a so hin, daß der Stral ac durch den wir sehen, mit dem auf die Kugel hinfallenden Lichte den Winkel Sca = 42° 2′ mache, so werden wir an der Kugel die rothe Farbe sehen. Wird dieser Winkel nach und nach verkleinert, so erscheinen die übrigen Farben der Ordnung nach, und zuletzt die blaue unter dem Winkel Scb = 40° 17′.

2.) Eine ähnliche Erscheinung kömmt vor, wenn der Lichtstral auf den untern Theil der gläsernen Sphäre (Fig. XVI.) auffällt; denn wenn in diesem Falle der Stral ac, durch den ich sehe, mit dem auffallenden Sc den Winkel Sca = 50° 57′ machet, so wird die rothe, und so, wie der Winkel wächst, nach und nach in ihrer Ordnung auch die übrigen und endlich unter dem Winkel Scb = 54° 7′ die blaue Farbe beobachtet.

I. In beyden Fällen wird der auffallende Lichtstral gebrochen, und in seine 7 Farben zertheilt, so, daß jede Farbe unter einem andern, und ihr eigenem Winkel erscheinet.

II. In dem ersten Falle (Fig. XV.) wird der Stral zweymal gebrochen, und zwar das erstemal bey seinem Eintritte in e, das zweytemal aber bey seinem Austritte in f, nachdem er aus d nach a zurückgeworfen ist.

III. Im zweyten Falle (Fig. XVI.) kann der Stral Sc nicht zu unserm Auge kommen, er werde denn neben dem zweymaligen Brechen in c, auch zweymal, nämlich von e und d zurückgeprellet.

§. 304.

Beobachtungen von dem Regenbogen.

1.) Der Regenbogen erscheint nur alsdann, und dort, wann, und wo es aus einer Wolke regnet. 2.) Die Farben des Regenbogens sind eben diejenigen, die man mittelst des Prisma (sieh die vorigen Versuche §. 287.) erhält. 3.) Oftmal zeigen sich zween Bögen zugleich. a) In dem untern Bogen behauptet die blaue Farbe den untersten, die rothe den obersten Ort. b) In dem obern Bogen sind die nämlichen Farben, aber schwächer und umgekehrt, jedoch in der nämlichen Reihe sichtbar. 4.) Die Farben im untern Bogen sehen wir in der Ordnung und unter dem Winkel, wie man sie in der Sphäre (Fig. XV.) beobachtet (vorgeh. §. n. 1.). 5.) Auch zwischen den Farben in dem obern Bogen, und jenen in der Sphäre (Fig. XVI. Vers. n. 2. §. vorg.) ist sowohl in Rücksicht auf die Winkel, als auf ihre Ordnung eine vollkommene Gleichheit.

I. **In den Regentropfen** muß das auffallende Sonnelicht eben so, wie in der Sphäre (§. vorg. Vers.) **gebrochen**, und in die Farben **getheilet** werden: weil beyderseits die nämliche Ursache, d. i. die Zerschiedenheit der Körper ist, in die der Uebergang des Lichtes geschieht.

II. Es müssen daher auch in den Regentropfen unter den nämlichen Winkeln **die 7 Farben gesehen werden**, wie wir sie in den Versuchen (§. 303. n. 1. 2.) beobachtet haben, und dieses in dem doppelten Falle (gegenw. §. n. 5. 5.).

§. 305.

III. Der Regenbogen ist also nichts, als das in den Wassertropfen gebrochene Sonnelicht, von dem die Farben abgesöndert unter einem bestimmten Winkel zu unserm Auge kommen.

IV. Weil jeder Mensch an einem andern Standpunkte, und durch einen andern Stral sieht, so muß auch jeder einen andern Regenbogen, das ist, andere gebrochene Stralen sehen (III.).

V. Der Stral, durch den wir sehen, macht in einem Zirkelbogen mit dem auf die Tropfen auffallenden Lichte immer einen gleichen Winkel; mithin müssen wir die Farben auch beynahe in einem Zirkelbogen sehen, wenn nur die regnende Wolke ununterbrochen ist, und diesen Zirkelbogen fasset.

* Ich sage beynahe in einem Zirkelbogen; denn nur dort könnte ein wahrer Zirkelbogen seyn, wenn auch die Wassertropfen vollkommen sphärisch wären.

VI. Ist die Wolke unterbrochen, oder ganz klein, so muß auch der Bogen unterbrochen werden, und nur ein Stück davon erscheinen.

VII. Der Mittelpunkt dieses Bogens muß in einer Linie seyn, die durch unser Auge, und durch die Sonne gehet: der Bogen muß also einen Halbzirkel ausmachen, wenn die Sonne am Horizonte steht; weil alsdenn der Mittelpunkt desselben auf der Oberfläche der Erde ist: er wird aber kleiner oder größer, je nachdem die Sonne höher oder dem Horizonte, oder tiefer unter demselben stehet: weil sich auch der Mittelpunkt des Bogens darnach erhöhen oder erniedern wird.

VIII. Wenn die Sonne höher ist als 54° 7′ kann kein gebrochener Stral unter dem gehörigen Winkel zu unserm Auge kommen: **folglich ist es auch unmöglich, daß wir einen Regenbogen sehen.**

IX. Wenn keine regnende Wolke vorhanden ist, so fehlt es an dem hinlänglichen Grunde zu einem Regenbogen. Ist also die Wolke nur so hoch, als es nöthig ist, um den untern Regenbogen zu sehen, so wird man **nur diesen, und nur alsdenn auch den obern Bogen** beobachten, **wenn die Wolke die nöthige Höhe hat.** Im Gegentheile kann der obere Regenbogen nie ohne den untern zugegen seyn, weil die höhern Regentropfen auch in die Tiefe herabfallen müssen.

X. Die Lebhaftigkeit der Farben hängt theils von der **Vielheit** der brechenden Wassertheilchen ab, theils von der **Abwesenheit** eines fremden Lichtes, welches oft durch eine dunkle Wolke hinter dem Bogen ausgeschlossen wird.

XI. Die Farben in dem höhern Bogen leiden eine **zweyfache Reflexion** (§. 301. III.) bey welcher auch allemal einiges Licht durchgelassen wird: es kommen also nur sehr wenige Stralen zu unserm Auge, und die Farben müssen schwächer seyn.

* Dieß sind lauter richtige Folgen aus der bewiesenen Ursache des Regenbogens, und zugleich Erscheinungen, die jeder selbst an dem Regenbogen beobachten kann.

XII. Weil der Regenbogen nicht aus dem Licht eines stralenden Punktes, sondern aus dem Lichte der Sonne, die eine Breite hat, entstehen muß, können alle auffallenden Stralen

len nicht vollkommen parallel seyn, und eben darum muß auch **die Breite des gefärbten Bogens** größer seyn; als sie wäre, wenn die Sonne ein stralender Punkt wäre.

* Was wir durch die Erfahrung, haben andere auch durch genaue Berechnungen bestimmt: der große Newton (*a*) hat auch hier den Weg gebahnet (*b*).

Von den Kronen, Nebensonnen, und Nebenmonden.

§. 306.

Ich verstehe unter den **Kronen in der Atmosphäre** diejenigen weißen, oder auch manchmal gefärbten Zirkel, welche nicht selten um die Sonne, den Mond, und die Planeten, ja auch um die Fixsterne mit einer ziemlich großen Breite erscheinen. Man nennt sie **Sonne-Mondeskronen** oder **Höfe** ꝛc. je nachdem sie einen von diesen Körpern umgeben. 2.) Die Durchmesser dieser Zirkel sind sehr zerschieden: einige haben 12, andere bis auf 90, und noch mehrere Grade. Die Breite einer solchen Krone ist = 2°, 4°, 7°. 3.) Der Raum zwischen dem Himmelskörper und der Krone ist allemal dunkler, als der Raum den die Krone selbst einnimmt. 4.) Eine **Nebensonne** (Parhelion), oder ein **Nebenmond** (Paraselene) ist eine Erscheinung, die mit der wahren Sonne, oder dem

Monde

(*a*) L. I. P. II. prop. IX.

(*b*) Sieh ferner über diese Materie den vollständigen optischen Lehrbegrif des Smiths ausgearbeitet vom H. Kästner 2 B. 2. Kap. Eine Berechnung ist auch in Phys. part. n. 445. P. Schärfe zu finden.

Monde eine Aehnlichkeit hat, und mit diesen zugleich gesehen wird. 5.) Dergleichen Nebensonnen ꝛc. kann man oftmal mehrere zugleich beobachten.

§. 307.

Beobachtungen und Versuche. I. Die Kronen erscheinen niemal bey vollkommen heiterem Wetter: sondern nur an neblichten, oder dünstigen Tagen. 2.) Man sieht sie oft nur aus einer ganz kleinen Gegend, und nie von allen Orten zugleich, von denen man die Sonne sieht. 3.) Sie verschwinden (oder wenigst ein Theil davon) wenn die Nebel vom Winde bewegt werden, oder sich allerdings verziehen. II. Dergleichen Kronen umgeben auch eine brinnende Kerze, die im Nebel, oder in einem feuchten Zimmer steht. 2.) Auch, wenn man zwischen der Kerze, und dem Auge ein rauchendes Wasser, oder 3.) eine in einem gläsernen Recipienten mehr verdickte Luft stellet.

I. **Die Ursache dieser Kronen muß sich in der Atmosphäre befinden** (Beob. I. 1. 2. 3.): **und kann auch in den noch flüßigen Dünsten liegen;** denn würden diese Kronen nur von gefrornen Theilchen gezeuget, wie könnte man sie durch die Dünste sehen, die von einem warmen Wasser aufsteigen (Vers. II. 1. 2. 3.)?

II. Doch müssen sie von dem Lichte jener Körper entstehen, die sie umgeben.

III. Weil nun die Lichtstralen zerschieden durch die Dünste gebrochen, und zurückgeprellt werden können, so sind

die

die Kronen auch in der That nichts anders, als das Licht, welches die Dünste rings um die Sonne, und die Planeten ꝛc. brechen, und zurückwerfen.

IV. Die Kraft das Licht zu brechen ꝛc. ist sowohl den gefrornen, als den flüßigen Wassertheilchen eigen; dieß ist der Grund, warum die Kronen von beyden entstehen können (I. Folges.).

V. Die Kronen sind entweder gefärbt, wenn das gebrochene Licht nur unter einem gewissen Winkel von dem ganzen Kreise zu unserm Auge kömmt: oder weiß, wenn die Lichtstralen gar nicht abgesöndert, oder die abgesönderten wieder vermischet werden (§. 287.).

* Auf diese Weise lassen sich die gemeinen Kronen ohne Beschwerniß erklären; aber man beobachtet auch einige, die mit dem Horizonte parallel sind, und einen sehr großen Durchmesser haben, und diese fordern eine genauere Bestimmung, welche man in der Optik des Newtons (*a*), in den Werken des Hugenius (*b*), und in einem Auszuge bey Muschenbröck (*c*) antrift; wovon ich das wichtigste hersetzen will.

§. 308.

Wenn in der Atmosphäre ringsherum beym Horizonte cylinderförmige, oder vielmehr konische Eistheilchen senkrecht han-

gen,

(*a*) L. 2. P. IV.
(*b*) Hugbnii Opera posthuma.
(*c*) Instit. phys. de meteoris aqueis.

gen, und die Sonne, oder der Mond in der gehörigen Höhe gegen dieselben stehet: so müssen wir eine Krone sehen, die uns mit dem Horizonte fast parallel zu seyn scheinet. Denn in diesem Falle wird das Sonne- oder Mondeslicht von allen Eistheilen, als von so vielen cylindrischen, oder konischen Spiegeln, nach ihrer ganzen Höhe ringsherum zu unserm Auge zurückgeworfen werden. 2.) Wir erfahren dieses auch wirklich, wenn man das Licht auf ganz kleine solche Nadeln, Cylinder, und Kegel, die man aus Glase verfertigen kann, auffallen läßt.

§. 309.

Von dem Theile der Krone, welcher der Sonne, oder dem Monde, und unserm Auge gerade gegenüber steht, müssen die Lichtstralen weit häufiger zurückgeworfen werden, als von andern, welche schiefer liegen. Um dieses deutlich einzusehen, soll uns die XVII. Figur die Zirkelfläche eines cylindrischen Eistheilchens vorstellen; die Sonne stehe gegen dieselbe in S. Ich setze a b und a c seyen zween gleiche Theile von der Zirkelfläche: müssen nicht auf den Theil a b weit mehrere Lichttheilchen auffallen, als auf a c? 2.) Und gesetzt, es fielen auch gleich viele auf diesen, müßten sie nicht doch von a b häufiger als von a c zu unserm Auge reflektiret werden, weil a c weit schiefer liegt, und die schief auffallenden Lichttheilchen nach ganz andern Richtungen zerstreuet?

I. Der Theil der Krone also, welcher der Sonne gegenüber steht, muß uns weit erleuchteter, und zuweilen als ein Bild der Sonne selbst (Parhelion oder Nebensonne) vorkommen (§. 306. n. 4.), absonderlich wenn sich im selben auch mehrere dergleichen Eistheilchen befinden.

II. Doch müssen auch die diesen Nebensonnen nähern Eistheilchen das Licht noch häufiger zurückprellen, als die schon mehr entfernten, und eben das ist die Ursache, warum eine Nebensonne manchmal einen erleuchteten Schweif zu haben scheinet.

III. Macht die zweyte Sonne eine neue Krone, die die vorige durchschneidet, so müssen die Eistheilchen im Durchschnitte nothwendig mehr erleuchtet werden, und neue, obgleich schon schwächere Nebensonnen bilden.

* Alles das gilt auch von den Nebenmonden.

§. 310.

Dergleichen Eistheilchen (wie wir sie §. 308. zur Erklärung angenommen haben) befinden sich wirklich in dem Dunstkreise, zur Zeit, da wir eine solche Krone, Nebensonne ꝛc. beobachten; denn nach diesen Erscheinungen hat es solche Theilchen schon oft herunter geschneet. 2.) Das Wasser vereiniget sich beym Gefrieren allemal in Nadeln (§. 259.). Die 3.) nicht nur cylindrisch, sondern auch konisch, pyramiden, und keilförmig sind, weil sie nicht allezeit auf einmal zusammengefrieren, oder weil die äußersten Theile von den auffallenden Sonnenstralen wieder flüßig werden,

wegen

wegen ihrer Schwere abwärts fließen, und am untersten Theile in einer größern Masse gerundet zusammengefrieren. 4.) Endlich sieht man diese Kronen, und Nebensonnen öfters in den kältern Erdstrichen, obschon man sie auch in wärmern Gegenden beobachten kann; weil auch da in einer größern Entfernung von der Erde dergleichen Eistheile nicht seltsam sind.

I. Die Kronen um die Sonne, den Mond, und die Planeten können also auch durch diese Eistheilchen entstehen, besonders die größern, und die mit dem Horizonte parallel sind:

II. Die Nebensonnen, und Nebenmonden sind ebenfalls nichts anders, als das von den Eistheilchen zurückgeworfene Licht (§. 309.).

* Allein, wie kommen die Eistheilchen in eine so große Höhe? 2.) Warum fallen sie nicht herunter, indem sie doch specifisch schwerer sind, als die Luft? 3.) Wie ist es möglich, daß die Kronen, durch die Sonne selbst gehen, wie man es öfters beobachtet? — Was das erste betrift, so werde ich weiter unten im zweyten Abschnitte, wo ich die Ursache von dem Aufsteigen der Dünste aus den anziehenden Kräften der Luft herholle, zeigen: daß das Wasser, welches in Dünste aufgelößt ist, zu der größten Höhe in der Atmosphäre hinauf gezogen wird. Diese Eistheilchen können ferner von den Winden, die nach zerschiedenen Richtungen auch aufwärts wehen, in diese Höhe getragen werden. 2.) Auf das zweyte antworte ich: a) Die specifische Schwere der Eistheilchen ist zwar größer, als jene der Luft; dessen ungeachtet fallen sie doch nicht so gleich, weil sie den Widerstand

der

der Luft nicht überwinden können; denn dieser wächst allemal, wie die Oberfläche des fallenden Körpers, diese Oberfläche aber ist in kleinern Körpertheilchen respectiv größer (§. 169. IV. Anmerk. 7.). b) Zum wenigsten muß ihre Bewegung, wenn sie auch fallen, aus eben der Ursache kaum merklich seyn. c) Und zuletzt könnte ja die Reflexion auch durch die wirklich fallenden Eistheilchen geschehen, so wie denn auch der Regenbogen in den Wassertropfen, welche es aus der Wolke regnet, gestaltet wird. 3.) Die Kronen müssen durch die Sonne gehen, wenn diese nicht viel höher ober dem Horizonte steht, als die reflektirenden Eistheilchen. Es trägt auch zur Erhöhung der Krone sehr vieles bey, wenn die Eistheilchen eine cylindrische, nicht eine konische Figur haben. Die Figur (Fig. XVIII. Tab. IV.) möchte uns dieses begreiflicher machen. Es falle der Stral Sb auf die cylindrische Fläche Aa. Wegen der Gleichheit des Auffalls- und Reflexionswinkels muß er nach bB zurückgeprellt, und nach der Richtung BE gesehen werden. Fällt aber eben dieser Stral auf die konische Fläche dA in c auf, so wird er nach cC reflektirt, und erscheint nach der Richtung Ce, das ist im ersten Falle muß die Krone höher, und im zweyten tiefer stehen.

Von dem Nordlichte.

§. 311.

Wir beobachten manchmal zu Nachts gegen Norden in unsern Gegenden eine starke Helle an dem Himmel, die keine ordentliche Dämmerung mehr seyn kann, weil sie erschei-

net,

net, wenn die Sonne schon zu tief unter dem Gesichtskreise stehet. Man nennt diese Helle, oder dieses Licht, den **Nordschein**, das **Nordlicht** (aurora borealis). 2.) Man sieht es in nördlichen Gegenden öfters, als bey uns. 3.) Es erscheinet auch nicht selten mit den schönsten rothen und gelben Farben. 4.) In den nördlichen Orten von 65° bis 90° wird es auch gegen Mittag beobachtet, jedoch ohne Farben.

§. 312.

Genauere Beobachtungen von dem Nordlichte.

I.) Das Nordlicht gestaltet insgemein einen Bogen, dessen Mittelpunkt beynahe in die Sonne fällt, wenn man sich denselben als fortgesetzt einbildet. 2.) Dieser Bogen bewegt sich ober dem Horizonte, wie sich die Sonne unter diesem bewegt. 3.) Aus dem Bogen scheinen rings herum erleuchtete rothe, gelbe, und weiße Säulen aufzusteigen, welche alle gegen die Sonne zustehen, und deren einige nach dem Zenith hinzielen, andere aber von selbem abweichen. 4.) Wenn man auch das Nordlicht nicht in einem Bogen sieht, so ist doch das Licht vor Mitternacht allemal mehr gegen Untergang, und nach Mitternacht mehr gegen Aufgang. 5.) Endlich hat der kaiserl. Astronom H. Hell die Beobachtung gemacht, daß das Nordlicht an den Orten, welche eine große nördliche Breite haben, nur in den Monathen November, December, und Jänner, nicht aber auch in den übrigen Jahreszeiten gegen Mittag gesehen werde.

II. Es erscheinen beym Nordlichte auch Bögen, derer Mittelpunkt in den **Mond** fällt, sowohl, wenn sich dieser ober dem Horizonte, als wenn er sich unter demselben befindet.

2.) Auch

=.) Auch an diesen Bögen, beobachtet man alles das auf eine ähnliche Weise, was wir von jenen der Sonne angemerket haben.

I. Das **Nordlicht** steht mit der **Sonne**, ihrer Lage und Bewegung, wie auch mit dem **Monde** in einer ungezweifelten Verbindung (Beob. I. 1. 2. 3. 4. II. 1. 2.).

II. Nur die Weise der Erklärung muß näher bestimmet werden, wenn man die Erscheinungen des Nordlichtes dem Lichte der Sonne, und des Mondes zuschreiben will.

§. 313.

Fernere Beobachtungen des H. Hell auf der Insel Wardehous in der nördlichen Breite 70° 22' 36".

Der Nordschein ward nur alsdann beobachtet, wann keine niederen Wolken den Himmel deckten, übrigens aber die Atmosphäre neblicht war. Es geschah nicht selten, daß er aus den niedern Wolken, die sich hie und da voneinander trennten, hervorschien. 2.) Vom Anfange war das Licht manchmal sehr schwach, und einem dichtern Rauche ähnlich: man konnte Fixsterne durch dasselbe sehen; es zog sich aber auf einmal zusammen, das Licht ward stärker, und die Sterne verschwanden. 3.) Von dort her, wo das Licht erschien, fiel ein häufiger Schnee, der auch im Herabfallen, noch immer erleuchtet war. II. Wann die Luft so ziemlich ruhig war, zeigte sich zu Nachts der Lichtbogen dort, wo man bey Tage weiße streifige Wolken wahrgenommen hatte, und eben die weißen Streife, die man vorher bemerkte, erschienen zu Nachts, als gelb erleuchtete Säulen. 2.) Wenn das Nordlicht unterschiedliche Aenderungen litt,

und

und hin und her geworfen wurde, gieng seine Bewegung nach ganz andern Richtungen, als jene der tiefern und dichtern Wolken. 3.) Stund es aber nachmals ruhig, und verschwand mit dem Anbruche des Tages, so erschienen an seiner Stelle weiße, ähnlich gestaltete Wolken. 4.) Auch diese Wolken sanken nach und nach herab, und es schnie.

Folgesätze. I. Es läßt sich aus diesen Erfahrungen nicht zweifeln, daß das Nordlicht mit derjenigen Materie in einer Verbindung stehe, die die Atmosphäre neblicht machte (I.): die sich hin und her bewegte, und alsdann gegen einen Theil zusammenzog (I. 2.): und endlich die höhern Wolken, und die weißen Streife ausmachte (II.).

II. Wenn man nun bedenkt, daß an den Orten von einer Breite $= 70^{\circ}$ schon für sich eine große Kälte seyn müsse: und daß sich noch dazu die besagte Materie sehr hoch in der Atmosphäre befindet: daß die Wolken in einem Schnee herunter fielen: so kann man beynahe nichts anders schließen, als daß eben diese **Materie in gefrornen Dünsten bestehe** (I. n. 3. II. n. 3. 4.).

III. Es kömmt also nur darauf an, daß man alles deutlich erkläre, wie die Erscheinungen des Nordlichtes durch die Gegenwart gefrorner Dünste, und durch das Licht der Sonne oder des Mondes nothwendig folgen müssen, um diese beyden Stücke für den hinlänglichen Grund des Nordlichtes angeben zu können.

§. 314.

Heischesatz aus der Optik. Die Atmosphäre kömmt uns wie eine halbe hohle Sphä-

Sphäre vor, obgleich das, was wir davon sehen können, nur ein kleiner Abschnitt der wahren Atmosphäre ist. Man sehe die XIX. Figur Tab. IV. Der Bogen FOC sey ein Theil eines größern Zirkels von dem Erdrunde: NECM aber von der Atmosphäre: beyde Bögen sollen einen gemeinschäftlichen Mittelpunkt haben: der Zirkel dmbn sey unser physische Horizont, und der Standort in O. Nun werden wir den äußersten Theil der Atmosphäre M der uns noch sichtbar ist, anders nicht, als in m, den Theil N in n, E in e, C in c sehen können: der große Bogen NECM muß also unter einer weit stärkern Krümmung erscheinen, und uns als der Bogen neacm, das ist, als ein hohles Hemisphärium vorkommen.

I. Nicht nur der Bogen NECM, sondern auch eine Linie XY, oder jede andere müßte aus der nämlichen Ursache gekrümmt scheinen.

II. Wenn sich also entweder in dem Bogen NECM oder in der Linie XY, oder einer andern sichtbare Theile befinden, müssen diese einen scheinbaren Zirkelbogen gestalten, dessen Mittelpunkt im Horizonte, oder was eines ist, in einer Linie liegt, die von unserm Auge auf die Zirkelfläche, und den Durchmesser des Bogens senkrecht hingehet.

§. 315.

Es ist zwar gewiß, daß das Nordlicht in der Atmosphäre eine größere Höhe habe, als die gemeinen Wolken; jedoch

ist

ist diese Höhe, so viel man weiß, noch von Niemanden genau bestimmet worden. Denn es sind zu dieser Bestimmung mehr nicht als zween Wege bekannt, die aber alle beyde unrichtig sind. Der erste wäre: daß man von zerschiedenen Orten aus, die Höhe so= wohl als die Breite des Bogens mäße; allein man setzt hier zum Grunde, daß man an allen Orten den nämlichen Bo= gen sehe, welches doch eben noch nicht ausgemacht ist; man wird also auf diese Weise die Höhe des Nordlichtes so wenig, als die Höhe eines Regenbogens für richtig bestimmt ange= ben können (§. 305. IV.). Der zweyte Weg wäre, daß man die wahre Höhe des Bogens aus der beobachte= ten Höhe, und Breite desselben und zugleich aus der Polus= höhe des Standortes bestimmte; allein dazu wird erfordert: 1.) Daß das Nordlicht einen vollkommenen Zirkelbogen und zwar 2.) außer unserm Auge gestalte. Das erste ist wider die Erfahrung, und das zweyte kann man nicht beweisen, weil das Nordlicht wie ein Bogen auf unser Auge wirken müßte, wenn es auch wirklich keinen machte, wie wir es in dem ganzen vorgehenden §. bewiesen haben.

* Damit H. Hell (dessen Beobachtungen und Scharf= sinne wir die bisherigen Erklärungen zu verdanken ha= ben) auch die übrigen Erscheinungen des Nordlichtes, und sonderbar, wie dieses auch dort folgen müsse, wenn die Sonne schon 40°, 50° unter dem Horizonte versenket ist, hinlänglich erkläre; so nimmt er an, daß nicht nur cylindrische, sondern auch flache Eistheilchen in großer Anzahl in der Luft herumschweben, welche das Licht sehr häufig zurückwerfen, und das, was etwa durch mehrere

schon

schon vorhin geschehene Reflexionen verloren gieng, ersetzen sollen. Mir will diese Erklärung aus folgenden Gründen noch nicht vollkommen genug thun.

§. 316.

Das Nordlicht kann man hart durch die Reflexion des Lichtes von flachen und ebenen Eistheilchen (vorg. Anm.) erklären;

1.) Weil sogar das Daseyn solcher ebenen Eistheilchen noch nicht sicher genug bewiesen ist; denn die Wassertheilchen gehen in Nadeln zusammen, welche eine cylindrische, pyramidenförmige oder konische Figur erhalten müssen (§. 310. n. 2. 3.): wie läßt es sich also so schlechthin behaupten, daß die Dünste gerade an dem Orte, wo das Nordlicht erscheint, in flache Theilchen zusammengefrieren? — H. Hell selber erklärt die Kronen in der Atmosphäre durch cylindrische Theilchen, und die Bögen des Nordlichtes, glaubt er, seyen nichts anders, als Theile solcher Kronen, die aber durch flache Eistheilchen entstünden. 2.) Gesetzt aber es sey das Daseyn der Eistheilchen bewiesen; gewinnt man wohl dadurch etwas, um die Erklärung leichter zu machen? — Keinesweges: es läßt sich vielmehr behaupten, daß die Reflexion, anstatt vermehret zu werden, wie H. Hell meynet, merklich schwächer seyn müsse; denn diese ebenen Eistheilchen hangen nicht ordentlich in der Luft (wenigstens wird dieß ohne Grund angenommen); sondern ihre Flächen haben zerschiedene Richtungen: es müßte also das Licht von diesen flachen Eistheilchen wegen der Gleichheit des Auffalls- und Reflexionswinkels nach allen Richtungen zerstreuet, vieles in die Sonne, und nur sehr weniges zu unsern Augen zurückgeworfen werden. Man wird daher das Nordlicht sehr hart durch solche Theilchen erklären.

§. 317.

Sobald man aber annimmt, daß die Eistheilchen eine konische Figur haben, so ist es sehr leicht zu begreifen, wie von der Sonne, und dem Monde, auch dort, wo diese Körper tief unter dem Horizonte stehen, genugsames Licht zu uns herauf komme; denn diese konischen Eistheilchen müssen in der Luft immer senkrecht hangen, oder auch ganz langsam fallen (§. 310. Anm.), und weil sie auch durchsichtig sind, das Licht so brechen, daß es um die Erde herum einen krummen Weg mache. Falle auf ein dergleichen Eistheilchen (Fig. XX.) der Stral S auf: weil er aus der Luft in das Eis, und von da wieder in die Luft kömmt; so muß er zweymal gebrochen, und nicht nach der Richtung Sr, sondern gegen a hinbewegt werden. Dieses zweymalige Stralenbrechen geht in allen dergleichen Eistheilchen vor: das Licht muß also beständig in der Atmosphäre erhalten werden, und kann auch alsdann zu uns kommen, wenn die Sonne oder der Mond sehr tief unter dem Horizonte stehet.

I. Sind die Eistheilchen pyramiden- oder keilförmig, so muß aus der nämlichen Ursache eben das geschehen, wie man es leicht einsieht.

II. Daß das Licht von der Sonne, da sie unterm Horizonte steht, bis in unsre Atmosphäre kommt, scheint also vielmehr eine Wirkung des öfteren Brechens, als des Zurückprellens der Stralen zu seyn.

III. Daß

III. Daß wir aber die Atmosphäre wirklich erleuchtet sehen, dieß geschieht durch den Aufstoß des in der Atmosphäre erhaltenen Lichtes auf die untern Theile der konischen, pyramidischen, oder auch anderer Eistheilchen; von denen es zu unsern Augen abgeprellet wird.

IV. Geschieht dieses Abprellen des Lichtes in einer ununterbrochenen Reihe fort: so muß nothwendig ein Bogen erscheinen (§. 314.).

V. Dieser Bogen muß durchsichtig seyn, wenn die reflektirenden Theilchen nicht zu häufig sind; im Gegentheile raubt er uns den Himmel, wenn sich eben diese Theilchen enger zusammenziehen, und das Licht der Sterne nimmer durchlassen (§. 313. I. 2.).

VI. Steht vor dem zurückgeprellten Lichte nahe am Horizonte eine finstere Wolke, und wird diese auf ihrem hintern Theile beleuchtet; so kann das Licht nur durch die äußersten Theile dieser Wolke, welche dünner sind, als die mittern, durchdringen, und es muß also eine neue Art eines Bogens gestaltet werden.

* Um auch die schimmernden Säulen und die verschiedenen Farben des Nordlichts zu erklären, müssen wir noch einige alltägliche Beobachtungen vorausschicken, die uns die Sache deutlich machen können.

§. 318.

Beobachtungen. Wer der auf- oder niedergehenden Sonne am Gestade eines Flußes, oder am Ufer eines Sees ꝛc. gegenüber steht, der sieht in dem Wasser nicht das runde Bild der Sonne, sondern eine lange läuchtende Säule.

2.) Eben solche Säulen beobachtet man auch öfters bey dem Auf- oder Niedergange der Sonne in den Wolken, welche gegen unser Zenith hinzielen. 3.) Stehet eine Wolke vor der Sonne, die unterbrochen ist; sieht man eben dort erleuchtete Streifen von verschiedener Breite. 4.) Bey großen Feuersbrünsten sieht man zu Nachts in einiger Entfernung von der Brunst ein verlängertes rothes Licht gleichfalls über das Zenith hingehen (a).

I. Diese leuchtenden Säulen entstehen durch das **Zurückprellen** des Lichtes von dem **Wasser** (n. 1.), und von den **Wolken** (n. 2. 4.), welches in einer ganzen langen Strecke hin geschieht.

II. Da sie nun mit jenen des Nordlichtes (§. 310. n. 3.) gleiche Eigenschaften haben; so scheint es, daß auch von diesen der hinlängliche Grund in den Wolken, oder vielmehr in den versammelten Eistheilchen liege, die in der Luft eine zurückwerfende Fläche, wie das Wasser in dem See ausmachen können.

III. Die Säulen, die man öfters bey dem Nordlichte beobachtet, sind nur alsdann sichtbar, wenn die zurückprellenden Wolken fast eben so, wie das Wasser (Beob. n. 1.) zwischen das Aug und die Sonne kommen, und diese werden allezeit auf unser Zenith hinzielen (§. 310. n. 3.).

IV. Liegen aber die Eistheilchen nach einer andern Richtung, als gegen das Zenith, müssen auch diese erleuchtet werden, und nach dieser Richtung eine Säule bilden.

V. Dergleichen Säulen, die vom Zenith abweichen, erscheinen auch, obschon die Eistheilchen aller Orten gleich ausgetheilet sind; wenn nur das Licht durch eine unterbrochene

gethei-

(a) Abhandlung vom Nordlichte Auct. Clar. MAIRIO Comment. Acad. Scient. Petrop. 1726.

Wolke häufiger durchdringet, und die Eistheilchen nach dieser Richtung erleuchtet; nicht anders, als es beym Tage zu geschehen pflegt, da die Sonnestralen durch kleine Zwischenräume einer Wolke gehen, und die Dünste durch ihren ganz übrigen Wege erleuchten (Beob. n. 3.).

VI. Weil aber diese Wolken sowohl durch ihre eigene, als durch die Bewegung der Sonne in den erfoderlichen Abstand kommen können, so sieht man leicht, warum die Säulen bald hier, bald dort auf einmal erscheinen, und wieder verschwinden.

VII. Die Farben des Nordlichtes muß man also auch aus den nämlichen Gründen herhollen, die wir schon oben überhaupt von den Farben der Wolken angegeben haben (§. 302.), nämlich, die weiße Farbe muß in der Abwesenheit eines andern Lichtes weit heller und lebhafter scheinen, und die rothen Stralen werden durch die neblichte Luft häufiger durchgelassen, die übrigen aber größtentheils aufgefangen werden ꝛc.

* Dieser Begriff vom Nordlichte, den wir bisher festgesetzt haben, daß man die Erscheinungen vielmehr durch die Refraktion (§. 315.) vermittelst konischer pyramidischer oder auch keilförmiger Eistheilchen (§§. 316. 317.) erkläre, ist der Gedanke unsers berühmten H. Professors der mathematischen Wissenschaften H. Johann Helfenzrieders, dem wir auch schon viele andere sehr feine, und nützliche Erfindungen zu verdanken haben, und der deßwegen schon mit mehrern rühmlichen Preisen, von zerschiedenen Akademien beehret worden ist.

** Uebrigens wird sich aus diesen Grundsätzen alles Uebrige, was noch bey diesem Gegenstande vorkommen mag, in den öffentlichen Vorlesungen ohne Beschwerniß erklären lassen. Sehr viele Umstände sind in der Abhandlung vom Nordlichte des H. Mako (*a*) zu finden.

*** Zur

(*a*) Beyträge zu verschied. Wissensch. von einigen Oesterreich. Gelehrten.

*** Zur Vollständigkeit der gegenwärtigen Abhandlung von dem Lichte bleibt uns ohne Zweifel noch eine andere Anwendung der bewiesenen Eigenschaften auf das Sehen selbst zumachen übrig. Davon werde ich also hier noch die Hauptsätze angeben, und damit dieses Kapitel beschließen.

§. 319.

Wir sehen die Gegenstände auf dreyerley Weise: Durch Stralen, die niemal zu unserm Auge kämen, wenn sie nicht von einem dritten Körper 1.) zurückgeworfen, oder 2.) gebrochen würden, und 3.) durch Stralen, die außer dem Auge weder gebrochen, noch zurückgeworfen werden, sondern unmittelbar, und gerade von leuchtenden Körpern kommen. Die Gesetze von dem Sehen der ersten Art kommen unter dem Name **Katoptrik** vor, die von der zweyten Art enthält die **Dioptrik**, und die **Optik** endlich die Gesetze des Sehens auf die dritte Art.

Grundsätze aus der Katoptrik.

§. 320.

Eine Fläche, welche das auffallende Licht ordentlich zurückwirft, nenne ich einen **Spiegel**, und zwar einen **Planspiegel** (speculum planum), wenn diese Fläche eben ist, einen **Hohlspiegel** (speculum concavum), wenn sie rund ausgehöhlt, und einen **gewölbten Spiegel** (speculum convexum), wenn sie linsenförmig erhoben ist. Jede gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt der Wölbung oder der Aushöhlung des Spiegels gezogen wird, heißt die **Achse des Spiegels.** 3.) Der Raum, in welchem die abge-

prell-

prellten, oder (wenn von Brenngläsern die Rede ist) die gebrochenen Stralen mit der Achse zusammen kommen, wenn man sie als fortgesetzt denket, wird der **Brennpunkt** (Focus) genennet.

I. Von einem bestimmten leuchtenden Punkte außer dem Spiegel kann nur **eine einzige Achse gezogen werden**, weil von diesem Punkte nur eine einzige senkrechte Linie auf die Fläche möglich ist, und weil keine Linie durch das Centrum der Fläche gehen kann, als welche auf diese senkrecht fällt.

II. Alle **Perpendikularlinien auf dem Planspiegel sind Achsen** desselben, weil man sich eine ebene Fläche als die Fläche einer Sphäre von einem unendlichen Diameter vorstellen kann.

§. 321.

Die Stralen, welche von einem leuchtenden Punkte ausgehen, und auf einen gewölbten Spiegel zunächst an der Achse auffallen, haben nach dem Zurückprellen, wenn man sie als fortgesetzt denket, ihren **Brennpunkt** hinter dem Spiegel **in einer Entfernung** von dem Auffallspunkte, welche gleich ist dem **Produkte aus dem Abstande des leuchtenden Punktes in den Radius des Spiegels, dividirt durch den doppelten Abstand des leuchtenden Punktes und den Radius**; das ist, wenn der

Abstand des leuchtenden Punktes $= d$.
der Radius des Spiegels $= r$.
die Brennweite $= f$.

$$\text{so ist } f = \frac{dr}{2d+r}.$$

1.) Es sey B A M (Fig. XXI.) ein Zirkelbogen von einem Converspiegel: sein Mittelpunkt seye C: der leuchtende Punkt aber in O. O C muß also die Achse des Spiegels seyn; und weil der Stral O M in einer ganz kleinen Entfernung von der Achse auffällt, so kann man dieses O M dem A O und A F dem F M ohne merklichen Fehler gleich setzen.

2.) Zieht man durch M eine senkrechte Linie C G, so wird O M G der Auffallungswinkel seyn, und weil dieser dem Reflexionswinkel jedesmal gleich ist (§. 283. III.); so muß der zurückgeworfene Stral M D den Winkel D M G = O M G machen, und wenn man sich ihn als fortgesetzt einbildet, die Achse in F durchschneiden.

3.) Da sich nun ferner in jedem Dreyeck die Sinus der Winkeln wie die Seiten verhalten, so diesen Winkeln entgegen liegen; so ist

C O : M O = Sin. O M C : Sin. O C M oder, weil die Komplimente mit den stumpfen Winkeln die nämlichen Sinus haben,

C O : M O = Sin. C M E : Sin. O C M oder

weil C M E = F M C und

O C M = F C M, so ist

C O : M O = Sin. F M C : Sin. F C M.

4.) Es ist aber auch in dem Dreyecke F C M

F C : F M = Sin. F M C : Sin. F C M.

Folglich C O : M O = F C : F M.

5.) Ferner ist C O = O A + A C.

= d + r.

M O = A O. (n. 1.)

= d.

F C = A C — A F

= A C — F M (n. 1.)

= r — f.

F M

$FM = f$. Folglich

$d + r : d = r - f : f$ (n. 4.), und

$df + rf = dr - df$, auch

$2df + rf = dr$, und

$$f = \frac{dr}{2d + r}.$$

Weil nun dieses alles, was ich von dem Strale CM gezeigt habe, auch von jedem andern Strale gilt, der zunächst an der Achse auffällt; so ist der gegenwärtige Satz vollständig bewiesen.

§. 322.

Folgesätze für die Convexspiegel. I. Fallen die Lichtstralen nicht divergierend auf, wie wir es im vorgehenden §. annehmen mußten, sondern **parallel**, so ist $f = \frac{r}{2}$; denn einen Punkt, von dem die Stralen parallel auffallen sollen, muß man sich als unendlich weit von dem Spiegel entfernet denken: es ist also $d = \infty$ und $f = \frac{\infty r}{2\infty + r}$ (vorgeh. §.) $= \frac{r}{2}$.

II. **Die weiteste Entfernung des Brennpunktes von dem Auffallspunkte mißt der halbe Radius;** denn diese Entfernung ist um so größer, wie größer der Abstand des leuchtenden Punktes ist (§. vorgeh.). Wird nun die Brennweite $= \frac{1}{2} r$, wenn das Licht unendlich weit entfernet ist; so muß $\frac{1}{2} r$ die größte Entfernung des Brennpunktes messen.

III. **Wenn die Stralen convergiren,** so ist $f = \frac{dr}{2d - r}$. Denn fallen die Stralen aus was immer

mer für einer Ursache convergierend auf, so ist es gleichviel, als ob der leuchtende Punkt hinter dem Spiegel wäre, dort nämlich, wo die convergierenden Stralen hinzielen. Die Entfernung dieses Punktes liegt also auf einer andern Seite, und muß ein negatives Zeichen haben, das ist, es muß $f = \frac{-dr}{-2d+r} = \frac{dr}{2d-r}$ seyn.

IV. Ist nun $2d > -r$, so bleibt die Formel **positiv**, und der Focus ist hinter dem Spiegel. Ist $2d < -r$, so muß **das Gegentheil** wahr seyn. Es ist aber auch **gar kein Brennpunkt** möglich, wenn $2d = r$ ist; denn in diesem Falle sind die Stralen parallel, weil $2d - r = 0$ folglich dr eine unendliche Größe wird.

§. 323.

Folgesätze für die Hohlspiegel. I. Wenn die Stralen **divergierend** auf einen Hohlspiegel auffallen, so ist $f = \frac{dr}{r-2d}$. Denn der Radius eines Hohlspiegels liegt vor der zurückprellenden Fläche; da wir nun den Radius des Konvexspiegels, welcher hinter der Fläche liegt, durch $+r$ bezeichnet haben, so muß bey den Hohlspiegeln sein Ausdruck $-r$ seyn, folglich ist $f = \frac{-dr}{2d-r} = \frac{dr}{r-2d}$.

II. Bey **parallel auffallenden Stralen** ist $f = -\frac{r}{2}$; denn in diesem Falle ist $d = \infty$: mithin ändert sich die Formel $f = \frac{-dr}{2d-r}$ (I.) in diese: $f = \frac{-\infty r}{2\infty - r} = -\frac{r}{2}$.

III. Die

III. Die **convergierenden Stralen** geben nothwendig hinter dem Spiegel zusammen, wo sich auch der leuchtende Punkt befinden muß, dessen Entfernung eben darum eine negative Größe d. i. $= -d$ ist. Die allgemeine Formel $f = \frac{dr}{r - 2d}$ (I.) bekömmt also hier eine andere Gestalt nämlich $f = \frac{-dr}{r + 2d}$.

§. 324.

Folgesätze für die Planspiegel. I. Jeder Planspiegel kann als Konvexspiegel von einem unendlich großen Radius angesehen werden, es wird also aus der Formel $f = \frac{dr}{2d + r}$ (§. 321.) die folgende entstehen: $f = \frac{d\infty}{2d + \infty} = d$. und wenn die Stralen **divergieren**, das Objekt so weit hinter dem Spiegel gesehen werden, als es vor dem Spiegel steht.

II. Sind die Stralen **parallel**, und $d = \infty$, so muß auch $f = \infty$ werden.

III. Fallen aber die Stralen **convergierend** auf, so müssen sie hinter dem Planspiegel vereiniget werden; d ist also abermal negativ. D. i. $f = -d$ oder der Focus muß so weit von dem Spiegel seyn, als der Punkt, zu dem sie convergieren, hinter demselben ist.

* Alle diese Formeln lassen sich in den öffentlichen Stunden durch bestimmte Beyspiele weitläuftiger erklären.

§. 325.

In jedem Spiegel, er mag plan, concav, oder convex seyn, sieht man das Objekt dort, wo sich die Stralen in einem **Punkte vereinigen.** Denn die Richtung aller Stralen geht nach diesem Punkte, und sie scheinen alle von dort auszugehen; folglich müssen wir auch das Objekt nirgend anders, als in eben diesem Sammelplatze sehen.

I. **In Convexspiegeln muß also das Bild** 1.) **hinter dem Spiegel erscheinen,** a) wenn die Stralen divergierend, oder b) parallel auffallen. 2.) Wenn aber die Stralen convergieren, so wird man das Objekt **bald hinter, bald vor dem Spiegel** sehen, je nachdem der Radius bald größer, bald kleiner, oder eben so groß, als die doppelte Entfernung des Objektes ist (§. 322. III. IV.).

II. **In den Convexspiegeln** kann das Bild niemal weiter hinter der Fläche erscheinen, als der halbe Radius von der Wölbung des Spiegels beträgt (§. 322. II.).

III. **In den Hohlspiegeln** muß das Bild abermal bald vor, bald nach der reflektirenden Fläche gesehen werden, je nachdem die Formel wegen dem Verhältnisse des Radius zur Entfernung des Objektes eine positive, oder negative Größe ist (§. 323. I. II. III.).

IV. **In Planspiegeln,** auf welche die Stralen divergierend aufstossen, sieht man das Objekt so weit hinter der Fläche des Spiegels, als es vor derselben stehet (§. 324. I.). Sind die Stralen parallel, so sieht man es

nur

nur in einer unendlichen Entfernung (§. 324. II.); convergieren aber die Stralen, so zeigt sich das Bild vor dem Spiegel (§. 324. III.).

* Warum das Bild in zweenen parallel gegeneinander gestellten Planspiegeln unendlich oft, in andern aber, welche unter einem gewissen Winkel vereiniget sind, so oft vermehret werde, als oft dieser Winkel in 360° enthalten ist; und andere dergleichen besondere Gesetze, und Untersuchungen, behalte ich mir für die öffentlichen Erklärungen vor.

§. 326.

Die Größe des Bildes in dem Spiegel verhält sich zur wahren Größe des Objektes, wie die Entfernung des Bildes vom Mittelpunkte des Spiegels, zur Entfernung des Objektes von eben diesem Mittelpunkte. Die Größe des Bildes steht mit der Größe des Zirkelbogens, in welchem es erscheint, im geraden Verhältnisse. Der Zirkelbogen aber, in welchem das Bild erscheinet, verhält sich zu jenem, in welchem das Objekt selber stehet, wie sich die Radii dieser Zirkelbögen gegeneinander verhalten, das heißt, wie die Entfernungen vom Mittelpunkte des Spiegels.

I. **In Convexspiegeln** muß also das Bild allemal kleiner seyn, als das Obbjekt (§. 322.).

II. **In Planspiegeln** ist das Bild und das Objekt gleich groß, weil der Mittelpunkt unendlich weit entfernet ist.

III.

III. In Hohlspiegeln wird das Bild verschiedene Größen haben, nach der Bestimmung des Focus in dieser oder jener Entfernung von dem Mittelpunkte.

IV. Das Sonnebild muß in einem Concavspiegel sehr klein werden; denn die Sonnestralen sind parallel, und werden in dem halben Radius versammelt (§. 323. II.): mithin verhält sich die Größe des Bildes zur Größe der Sonne, wie $\frac{r}{2}$ zur Entfernung der Sonne, welche unendlich groß ist.

§. 327.

Wenn der Mittelpunkt des Spiegels zwischen dem Bilde, und dem Objekte lieget; so muß das Bild verkehrt, im widrigen Falle aber aufrecht abgemalen werden; denn in diesem Falle werden sich die Stralen von verschiedenen Theilen des Objektes im Centrum durchkreuzen, und die von den untern Theilen in die Höhe, die von der linken Seite zur rechten hinbewegt werden, das ist, das Objekt muß verkehrt erscheinen; im Gegentheile, wo dieses Durchkreuzen der Stralen nicht Platz hat, da muß das Bild aufrecht stehen.

I. In Convex- und Planspiegeln muß das Bild allezeit aufrecht seyn.

II. In Hohlspiegeln aber ist es nach der zerschiedenen Lage des Mittelpunktes bald aufrecht, bald verkehrt.

§. 328.

§. 328.

Ordentlich und Proportionirt ist das Bild in dem Spiegei, wenn die Theile des Objektes durchaus gleichweit von dem Centrum des Spiegels entfernet, und mit der Fläche des Spiegels parallel sind; denn, wenn dieses ist, so werden die Theile in ihrer gehörigen Ordnung, und proportionirten Entfernung von dem Spiegel, mit dem sie parallel sind, abgebildet werden; weil die Größe, und Entfernung des Bildes, und eines jeden Theiles desselben bey dem nämlichen Spiegel nur von der Entfernung des Objektes, und dessen Theilen abhängt (§. 326.).

I. **Alle Zirkelflächen, die mit dem Spiegel das nämliche Centrum haben, müssen ordentlich gebildet werden,** nicht aber große ebene Objekte.

II. In **Planspiegeln** wird jedes Objekt ordentlich erscheinen, weil ihr Radius unendlich groß, und eben darum die Entfernung aller Theile vom Mittelpunkte gleich weit ist.

III. Auch in **Concav-** und **Convexspiegeln** wird ein flaches Objekt noch ordentlich erscheinen, wenn es eine große Entfernung, oder eine ganz kleine Ausdehnung hat; denn in beyden Fällen ist die Entfernung aller Theile fast die nämliche.

Grundsätze aus der Dioptrik.

§. 329.

Wenn das Verhältniß der Sinußen von dem Neigungs- und Brechungswinkel = m : n bekannt ist; so läßt sich der Weg des Lichtstrales durch einen durchsichtigen, und durchaus gleichartigen Mittelkörper, wie dieser übrigens immer mag gestaltet seyn, und unter was immer für einen Winkel der Stral auffällt, durch Zeichnung finden.

Ich will die Weise solches zu berichtigen, nur in einem Beyspiele zeigen. Es sey (Fig. XXII.) bEDB der Durchschnitt eines Converglases, seine Achse AF, der Radius der gewölbten Seite DB sey ĊB, und der Radius der andern Seite CE. Der leuchtende Punkt sey in A, aus dem ein Lichtstral AD in D auffällt, der wenn ihm nichts im Wege stünde, nach S gerade fortfahren würde. Man verlängere den Radius ĊD über D hinaus, und beschreibe mit dem beliebigen Radius DM einen Bogen, und ziehe die Linie M̀M senkrecht auf DM: so ist M̀M der Sinus vom Neigungswinkel M̀DM = SDĊ. Nun theile man M̀M in N so, daß M̀M : MN = m : n werde, und ziehe ǸN mit DM parallel; so ist ǸN″ = NM der Sinus des Brechungswinkels N″DǸ = ĊDǹ, und DE der Weg, den der Lichtstral durch das Glas nimmt. Dieser würde nun, wenn er nicht neuerdings gebrochen würde, nach ǹ hingehen; er wird aber beym Ausgange abermal gebrochen. Damit man also seinen Weg ferner bestimmen möge, verlängere man CE über E hinaus, und beschreibe abermal mit dem Radius Eǹ von beliebiger

länge einen Bogen, ziehe von n' aus eine Linie n'n senkrecht auf En; so ist nn der Sinus des Neigungswinkels nEn beym Ausgange des Strales. Man verlängere nun ferner nn in m so, daß nn : mn = m : n sey, und ziehe mm' mit nm parallel, so wird m'm = mn der Sinus vom Brechungswinkel nEm seyn, und der Lichtstral von E durch m gehen, und in F sich mit der Achse AF vereinigen, folglich F der Brennpunkt seyn.

I. Da sich diese Zeichnung nicht nur bey convexen, sondern auch bey concaven und andern Gläsern machen läßt, allein mit dem Unterschiede (wie man es selbst an der Weise zu zeichnen abnehmen kann) daß der Brennpunkt bey einigen auf die andere Seite kömmt, und negativ wird; so ist der Satz allgemein, **daß man den Brennpunkt von einem jeden Glase durch die Zeichnung finden kann.**

II. Man sieht auch aus dieser Zeichnung, daß, wenn **das Objekt im Brennpunkte einer Linse,** von welcher Convexität diese immer seyn mag, **stehet;** die Stralen des Objekts so gebrochen werden, daß sie auf die nämliche Weise, und unter dem nämlichen Winkel ausgehen, wie sie hätten auffallen müssen, um in diesem Brennpunkte versammelt zu werden.

* Es läßt sich zwar eben das auch durch die Berechnung finden; allein die allgemeine Formel ist sehr zusammengesetzt, und von Anfängern nicht ohne große Beschwerniß zu fassen; darum will ich mich hier auch mit der Zeichnung allein begnügen. Man kann die analyti-

sche Bestimmung in mathematischen Büchern (z. B. in H. Robert Smiths Lehrbegriff der Optik von H. Kästner ausgearbeitet, 2. B. 2. Th. I. Kap. P. Mako Phys. P. II. S. I. C. XV. In Spenglers Optik 2. Kap. II. Abschn. ꝛc.) überall finden. Zum Ueberfluße will ich dennoch einen einigen sonderbaren Fall berechnen, blos um zu zeigen, wie die Sache im allgemeinen behandelt werde.

§. 330.

Wenn die Lichtstralen auf ein planconvexes Glas zunächst an der Achse desselben parallel auffallen, so ist die Entfernung des Brennpunktes zum Radius = 2 : 1.

Es falle der Stral G g (Fig. XXIII.) auf das planconvexe Glas A B D, dessen Radius C E, und die Achse C F ist; so wird C E G = K E g der Neigungswinkel, und C n dessen Sinus seyn, wenn man C E für den ganzen Sinus annimmt. Der Brechungswinkel ist K E F = H E C, und dessen Sinus C m. Das Verhältniß des Neigungswinkels zum Brechungswinkel ist m : n. Es erhält also diese Proportion ihre Richtigkeit C m : C n = n : m, oder da vom Glase allein die Rede ist C m : C n = 3 : 2. Weil G g der Achse sehr nahe ist, so kann man C m = C H, und C n = E r annehmen, und r wird in D hinfallen, auch F D = F r seyn. Folglich verhält sich n : m oder m C : n C = H C : n C und H C : E r = C F : F D = n : m und im Glase 3 : 2. Es ist also C D : D F = 1 : 2 und f = 2 r.

† = E D

§. 331.

§. 331.

Weise, die Brennweite praktisch zu finden. Man fängt mit einem **convexen Glase** die Stralen von der Sonne, oder auch einem erleuchteten Objekte auf, und versuchet mit einem weißen Papiere hinter dem Glase, in welcher Entfernung diese Stralen die kleinste Zirkelfläche, oder das erleuchtete Objekt am deutlichsten abmalen; eben diese Entfernung ist der Focus; denn nur im Focus vereinigen sich die Stralen, und nur eben in demselben kann das Bild deutlich abgemalet werden.

2.) Will man aber **den Focus eines concavgeschliffenen Glases** finden, so schneide man aus einem starken Papiere einen Zirkel aus, dessen Radius um etwas kleiner, als jener der Concavität des Glases ist, und pappe ihn auf das Convexglas hin. Ferner zeichne man auf ein anderes Papier mit dem doppelten Radius des vorigen Zirkels einen neuen Zirkel: lasse die Sonnenstralen durch das Glas auf das Papier hinfallen: und fahre mit dem auf das Papier gezeichneten Zirkel so lange hin und her, bis das gebrochene Licht den Zirkel vollkommen ausfüllet. Man messe sodann die Entfernung des Glases von dem Papiere; und der Brennpunkt wird sich eben so weit vor dem Glase befinden, als das Papier hinter demselben war. Denn die durch das Glas gebrochenen Stralen bilden einen abgekürzten Konus, dessen Spitze der Focus ist; dieser muß also so weit von dem Glase auf der Einfallsseite entfernet seyn, als der Zirkel, welcher die doppelte Größe des Concavitätszirkels hat, von der hintern Seite des Glases eintfernet ist; indem sich die Zirkelflächen eines Konus wie ihre Abstände vom Spitze desselben verhalten.

* Weil aber die Lichttheilchen unter sich ungleich gebrochen werden (§. 289.) und z. B. die blauen, welche eine größere Refraktion leiden, früher im Focus zusammentretten, als die rothen, so muß diese Ungleichheit in dem Bilde nothwendig eine Undeutlichkeit verursachen. Diese Undeutlichkeit ist nach Verschiedenheit der Gläser verschieden, weil nämlich gewisse Gattungen der Gläser einige Farben mehr zerstreuen, als andere. Der berühmte Engelländer H. Dollond hat diesem Uebel abzuhelfen gesucht: er fand zwo Gattungen der Gläser, das Crownglas, und das Flintglas, in welchem der Unterschied $= 2 : 3$ war: diese zwo Gattungen der Gläser vereinigte er, und gab jedem eine besondere Gestalt so, daß er den Fehler, der aus der Sphäricität entspringen müßte, verbesserte, und durch beyde Gläser von ungleichen Radiis einen gemeinschaftlichen Focus erhielt, in welchem sich auch die Lichttheilchen von ungleicher Art vereinigten.

An dieser Sache haben die größten Männer gearbeitet, und es darinne auch wirklich so weit gebracht, als es nur immer möglich ist. Man kann den Hergang und den Erfolg aller Untersuchungen im Kurzen lesen in der Astronomie des H. la Lande (*a*).

Die Formeln, nach denen man die Gläser wählen, und bearbeiten soll, findet man bey Eulern (*b*), H. von

Alem=

(*a*) Astronomie T. II. Liv. XIII. pag. 837.
(*b*) Mem. de Berlin T. III. und in seiner Dioptrik.

Alembert (c), Clairaut (d), Boscovich (e), und vielen andern Auctoren, die von der Optik geschrieben haben (f).

** Aus diesen Gründen der Dioptrik, und den vorgehenden der Katoptrik wird die Lehre von Verfertigung der Brennspiegel, Brennringen und Brenngläser hergeleitet. Die Wirkungen derselben müssen aus dem 246, und 247 §§. erkläret werden. Was in den Spiegeln die parabolische Figur beytrage: warum das Feuer, das in dem Focus eines parabolischen Spiegels stehet, einen Körper entzünde, welcher sich in dem Focus eines andern parallel in gerader Linie gegenüberstehenden parabolischen Spiegels befindet: was von dem archimedischen Spiegel, und von der Entzündung der römischen Schiffflotte zuhalten sey, wie die Brenngläser von Tschirnhausen, in unsern letzten Zeiten seyen verbessert worden, wird die Materie einer öffentlichen Erklärung ausmachen.

Grundsätze der Optik.

§. 332.

Anatomische Beschreibung des Auges.

Das Aug ist aus dreyen zerschiedenen Häuten, und eben so vielen

(c) Opuscules Mathém. T. III.
(d) Memoir. de l'Acad. de Paris 1755. 1756. 1757. 1764. 1765. 1767.
(e) Dissert. V. ad Dioptricam pertinentes Vindobonæ 1764.
(f) Scherfer von Verbesserung der dioptrischen Fernröhren aus dem Lateinischen übersetzt, Leipzig 1764.

vielen Feuchtigkeiten zusammengesetzt. I. Die äußerste und eigentliche Haut des Auges wird die **harte Haut** (Sclerotica) genannt, deren Vordertheil A A (Fig. XXIV.) ein Stück von einer kleinern, mehr gekrümmten Sphäre ist; daß also das Auge (bulbus oculi) nicht vollkommen rund seyn kann. Dieser Vordertheil heißt die **Hornhaut** (cornea) weil er wegen seiner Durchsichtigkeit mit dem Horne eine Aehnlichkeit hat. 2.) Unter der harten Haut liegt eine andere, **aderichte** Haut, die bey dem Menschen **schwarz** ist (chorois); diese verläßt an dem vordern Theile bey I I die Hornhaut, und bildet den **Regenbogen** (Iridem) von verschiedenen Farben, welche nicht in allen Augen die nämlichen sind. Fast in der Mitte des Auges, jedoch mehr gegen die Nase, ist eine runde Oeffnung, die man den **Augapfel** (pupillam) nennet. Der Regenbogen aber selbst besteht theils aus kreisesförmigen, theils aus geradelinigten Fasern, wovon die letztern alle auf den Mittelpunkt des Auges hinzielen, und Werkzeuge sind, durch welche die Oeffnung bey der zerschiedenen Stärke, und Schwäche des Lichtes itzt zusammengezogen, itzt erweitert wird. 3.) Die dritte Haut ist das sogenannte Netzhäutchen V V (Retina), welches nichts anders ist, als eine Ausbreitung des Sehnervens, oder ein Gewebe von sehr kleinen Nervchen, in die sich der Sehnerve endiget. II. Diese Häute schließen durchsichtige Feuchtigkeiten von dreyerley Art ein. 1.) Der erste, und äußerste Raum vor und noch hinter dem Augapfel ist mit einer vollkommen flüßigen Materie erfüllt, welche die **wässerichte Feuchtigkeit** (humor aqueus) genannt wird. 2.) Auf diese folgt eine linsenförmige, durchsichtige Materie a c b deren Hintertheil mehr convex ist, als der Vordertheil, und die an Härte

dem

dem Weißen eines hartgesottenen Eyes gleicht: sie ist mit der **aderichten schwarzen Haut** durch ringsherum ausgebreitete Fasern c c verbunden: und heißt die **krystallene Feuchtigkeit.** 3.) Den ganzen übrigen Raum füllt die **glasartige Feuchtigkeit** (humor vitreus) aus, welche ebenfalls durchsichtig, und dem Eyerklar eines frischen ungesottenen Eyes ähnlich ist.

Folgesätze. I. Wenn die Stralen von einem lichten Punkte entweder parallel oder unter einem sehr kleinen Winkel auf das Auge hinfallen: so müssen sie 1.) in der Hornhaut, 2.) in der wässerichten Feuchtigkeit, 3.) sonderbar aber bey dem Eingange in die krystallene, 4.) und bey dem Uebergange in die glasartige Feuchtigkeit so gebrochen werden, daß sie sich nach einiger Entfernung vereinigen; denn in dem ganzen Pinsel der Stralen, die in das Aug durch die kleine Oeffnung eintretten, kann nur ein einziger, die **Achse** nämlich, senkrecht seyn: alle übrigen aber gehen viermal schief in ungleichartige Mittelkörper: mithin müssen sie gegen die Achse gebrochen, und mit ihr vereiniget werden (§§. 280. — 282. 329. — 331.).

II. Geschieht diese Vereinigung in dem Grunde des Auges auf dem Netzhäutchen, so muß dort das Bild von dem lichten Punkte abgemalt werden, welche Farbe dieser auch immer haben mag.

III. Werden die Stralen von jedem Punkte eines **ganzen** Objektes auf dem Netze also vereiniget; so muß das **ganze Objekt deutlich** abgebildet werden.

IV. Das Bild von dem Objekte muß in dem Auge **umgekehrt** seyn; denn die Stralen aus D (Fig. XXV.

III. Th. T. III.) müssen die Stralen aus E in C durchkreuzen, wenn sie anders durch den Augapfel gehen sollen; mithin müssen die Stralen von den untern Theilen des Objektes auf der obern, und die von den obern Theilen auf der untern Seite des Auges entworfen werden.

V. Dieses Bild wird **sehr ordentlich** seyn, wenn die Vereinigungspunkte genau, und vollkommen auf das Netzchen fallen; weil alsdann die Entfernung der Theile im Bilde mit jener im Objekte ein genaues Verhältniß haben wird. Dieses vollkommen einzusehen, setzen wir (Fig. XXV.) ein Objekt DE, von welchem die Linien DC, EC, AC, BC, OC als soviele Achsen ausgehen (§. 320.): weil diese senkrecht auf das Auge auffallen (eben daselbst), werden sie nicht gebrochen. DC stoßt also auf d hin; und, wenn die übrigen Stralen aus dem Punkte D in d versammelt werden, so wird das Bild von diesem Punkte in d abgemalet: desgleichen der Punkt E in e, B in b, A in a ꝛc. Nun aber ist der Winkel DCE = dCe, und jeder andere ACO ꝛc. = aCo ꝛc. und der kleine Theil des Auges ed kann dem Objekte parallel angenommen werden. Es ist also auch der DEC = deC, DAC = daC; folglich sind diese Dreyecke alle ähnlich, und da : de = DA : DE, und weil dieses von jedem Theile des Bildes gilt: so folgt nothwendig, daß das Bild dem Objekte ähnlich, und ordentlich sey.

VI. Wenn mehrere Objekte gleichweit von dem Auge entfernet sind, so verhält sich die **Größe der Bilder** im Auge gegeneinander, wie die **Größe der Objekte.** Die Größe eines jeden **Bildes** aber verhält sich zur Größe seines **Objektes**, wie die Entfernung des Bil-

des vom **Durchkreuzungspunkte**, zur Entfernung des Objektes von eben diesem Punkte; denn auch oC = OC = de : DE.

VII. Wenn die Entfernungen zerschieden sind, und die Größen der Objekte mit den Entfernungen in gleicher Proportion wachsen; so müssen im Auge die Bilder gleich groß seyn.

VIII. Sind die Entfernungen gleich großer Objekte ungleich; so steht die Größe der Abbildungen mit der Entfernung der Objekte im verkehrten Verhältnisse; denn es ist (Fig. XXVI.) der Triangel ACB ∽ aCb und GCH ∽ gCh mithin verhält sich

$$AB : ab = MC : mC$$

Und weil

$$GH = AB,$$

ist auch

$$GH \text{ oder } AB : gh = NC : mC:$$

mithin

$$AB \cdot mC = ab \cdot MC$$

$$AB \cdot mC = gh \cdot NC \text{ und}$$

$$ab \cdot MC = gh \cdot NC;$$ folglich

$$ab : gh = NC : MC.$$

Wenn ich nun die Entfernung des Objektes AB durch D, das Bild davon durch I, die Entfernung und das Bild des Objektes GH aber durch d und i ausdrücke, so ist I : i = d : D.

IX. Weil sich ferner die Bilder im Auge gegeneinander wie die Objekte selbst verhalten (VI.), so wird (wenn ich die Objekte O und o nenne) $I : i = \frac{O}{D} : \frac{o}{d}$ seyn.

* Dieß gilt aber nur, wenn das Objekt dem Auge gerade entgegen stehet; liegt das Objekt schief, z. B. das

Objekt

Objekt ac (Fig. XXVII.) gegen O, so kann das Bild nicht größer erscheinen, als wenn es von ab entstünde.

§. 333.

Der **Sehwinkel** (angulus opticus) heißt derjenige, welchen die Stralen von den äußersten Theilen des Objektes im Auge machen.

X. Was wir von der Größe des Bildes bewiesen haben; ist auch von dem **Sehwinkel** zu verstehen; denn **dieser verhält sich, wie die Größe des Bildes im Auge** (vorg. §. VI.). Es steht also auch der Sehwinkel mit der Größe des Objektes im geraden, und mit der Entfernung desselben im umgekehrten Verhältnisse (§. vorgeh. IX.).

XI. So lange das Aug, und das Objekt zugleich ruhen, muß auch das Bild an dem nämlichen Orte im Auge bleiben. Wird aber eines, oder auch beyde miteinander, jedoch nach ungleichen Richtungen, oder doch mit ungleicher Geschwindigkeit **bewegt**; so muß auch das Bild in dem Auge von einem Orte in das andere wandern.

XII. Das Bild ist endlich **klar** und **lebhaft**, oder aber **matt**, je mehrere oder wenigere Stralen von jedem Punkte des Objektes ins Auge kommen.

XIII. Wegen der Entfernung des Objektes allein, und für sich betrachtet, verliert die Lebhaftigkeit im Auge nichts; denn in eben jenem Verhältnisse, in welchem das Licht wegen der Entfernung des Objektes abnimmt, nimmt auch die Größe des Bildes ab; jeder Theil des Bildes wird also von gleich vielen Stralen gemalet.

XIV. Doch muß ein **mehr entferntes Objekt matter** erscheinen, weil sich vieles Licht in der Atmosphäre durch die Reflexion und Refraktion verlieret.

§. 334.

Fernere Beobachtungen. 1.) Der Bau, und die Einrichtung eines Ochsenauges kömmt mit dem Baue eines Menschenauges vollkommen überein. 2.) Wenn man von dem Hintertheile eines frischen Ochsenauges die zwo äußersten Häute ablöset, so daß das Netzhäutchen unbeschädigt bleibet, und wenn man dieses Aug alsdann einem Objekte entgegenhält, so erscheint dieses Objekt auf dem Netze zwar umgekehrt, jedoch ganz deutlich abgemalet. 3.) Dieses Gemälde wird undeutlich, wenn man das Objekt ganz nahe an das Aug hinbewegt.

I. Es läßt sich also nimmer vernünftig zweifeln, daß auch in dem Menschenauge das Objekt in der That auf dem Netzchen entworfen werde, und daß sich alle Umstände bey dem Sehen gerade so verhalten, wie wir es (§§. 332. 333.) Bedingnißweise angenommen haben.

II. Es muß also auch nach Verschiedenheit des Bildes die Wirkung desselben auf die Nerven, aus denen das Netz zusammengewebt ist, gleichfalls verschieden seyn.

III. Ein dem freyen Auge gar zu nahes Objekt kann nicht deutlich gesehen werden. Es muß nämlich nach verschiedener Beschaffenheit des Auges 7, 8, 9 bis 10 Zoll abstehen, damit die Stralen von jedem Punkte unter einen ganz kleinen Winkel durch den Augapfel gehen, und auf dem Netze versammelt werden (n. 3.).

IV. Weil

IV. Weil nach der Lehre einer richtigen Phisiologie (a) alle Empfindungen durch die Nerven geschehen; so muß das Sehen durch die Wirkung dieses Bildes, und die Empfindung der Nervenfasern, auf denen das Bild entworfen wird, erkläret werden.

V. Das Objekt muß also vollkommen, und deutlich (§. 332. Folges. II. III.) ordentlich, (V.): groß, oder klein (VI. VII. VIII. IX.): ruhig, oder bewegt (XI.), und endlich lebhaft oder matt (XII.), nach Beschaffenheit des Bildes in dem Auge, gesehen werden.

* Mariotte mit vielen andern Naturkündigern behauptet: das Sehen geschehe nicht durch das Netzhäutchen, sondern durch die darunter liegende Chorois, oder schwarze Haut. Seine wichtigsten Gründe sind diese: 1.) Weil das Netzchen sehr viele Stralen durchläßt, die nicht umsonst auf die schwarze Haut hinstossen. 2.) Weil sich jener Theil des Objektes verliert, von welchem die Stralen nicht auf die Chorois auffallen; indem diese nicht den ganzen Grund des Auges bedeckt, sondern dort, wo der Sehnerve (nervus opticus) durchgehet, eine Oeffnung hat, und die Stralen durchläßt. Diese beeden Gründe befestiget er durch vielerley Versuche; sie entscheiden aber, wie michs deucht, die Sache noch lange nicht; denn 1.) auf dem Netze wird das Bild dessen ungeachtet abgemalet, ob gleich einige Stralen durchgehen (Beob. I. II.), und die Chorois selbst kann nach Meinung des H. de la Hire, eben den an ihr anliegenden Nervenfasern den Eindruck der auf sie stossenden Licht=

(a) Elementa Physiol. Ill. Halleri T. IV.

Lichttheilchen mittheilen, und die Empfindung stärker machen. 2.) Warum auf demjenigen Theile des Auges keine Empfindung möglich ist, wo der Sehnerve durchgehet, das kömmt nicht von der Oeffnung der Chorois an diesem Orte her, sondern, weil nur die schon auseinander gewickelten, nicht aber die im Sehnerven vereinigten Fasern zur Empfinbung aufgelegt sind.

** Damit ich nun auch andern Einwendungen bevorkomme, muß ich noch einige Sätze erläutern, wozu uns die Beobachtungen abermal die besten Dienste thun sollen.

§. 335.

Beobachtungen des H. Cheselden (a).

I. Ein Jüngling, der vom Mutterleibe her blind war, doch so (wie es auch die meisten sind, deren krystallene Feuchtigkeit verdorben ist), daß er zwar beym starken Lichte die Farben, und eben darum auch einigermassen Licht und Finsterniß, aber gar nicht die Gestalten der Sachen unterscheiden konnte; nachdem ihm der Stahr glücklich gestochen worden, und er zu sehen anfieng, wußte 1.) von der Entferung gar nicht zu urtheilen: er glaubte alles, was er sähe, berühre sein Auge so, wie das, was er fühlte, seine Haut. 2.) Er kannte von keiner Sache die Gestalt: daher es kam, daß er die Sachen voneinander sehr hart zu unterscheiden vermochte. 3.) Die Gemälde sah er als buntscheckichte Flächen an, und erst nach einer Zeit von zween Monaten entdeckte er plötzlich, daß sie Körper, Erhöhungen, und Vertiefungen vorstellten; aber auch

(a) Transact. phil. n. 402.

auch da war er noch erstaunt, daß sie sich anders fühlen, als sehen ließen: er fragte, welcher aus seinen Sinnen, das Gesicht, oder das Gefühl der Betrüger wäre. 4.) Die Größen der Dinge wußte er gar nicht zu beurtheilen, viel minder konnte er fassen, wie sich ein großes Objekt, z. B. das Gesicht seines Vaters in einem kleinen Raume vorstellen ließ: so wollte er auch nicht begreifen, warum das Zimmer, ob er auch schon wußte, daß es ein Theil des Hauses sey, nicht so groß, als das Haus selbst wäre. 5.) Nach einer geraumen Zeit aber urtheilte er von Entfernung, Größe, und Figur so richtig, als jedweder Mensch. II. Was Cheselden an diesem Jünglinge beobachtet hat, das erfuhr er auch bey verschiedenen andern, die sich nicht erinnerten, jemals gesehen zu haben, da er ihnen wieder zum Gesichte geholfen hat. III. Ferner erzählte er (a) von jemanden, dem das Aug durch einen Schlag auf den Kopf, verdrücket worden ist, daß ihm alle Dinge doppelt vorgekommen seyn; nach und nach aber habe er die gemeinsten, und endlich auch alle Gegenstände nur einfach gesehen, obschon die Verdrückung immer geblieben ist.

§. 336.

Folgesätze. I. Aus der Größe des Bildes im Auge, oder, was eines ist, aus dem optischen Winkel allein läßt sich weder die Größe, noch 2.) die Entfernung, noch

(a) Anatomie pag. 324. III. Aufl.
Sieh auch Element. Phys. des H. von Haller T. V. L. XVI. Sect. IV. §. XXVIII.

noch auch 2.) die Figur des Objektes bestimmen. Die Größe des Bildes war anfangs, und, nach einigem Zeitverlaufe in dem Auge des jungen Menschen immer die nämliche, und dennoch konnte er die Größe des Objektes erst aus der Erfahrung bestimmen (vorgeh. §. n. 4. 5.). Eben dieß versteht sich auch von der Entfernung (ebendaselbst n. 1. 5.) und von der Figur (n. 2. 3. 5.).

II. Daß wir ein Objekt mit zweyen Augen nur einfach sehen, ist auch größtentheils der Erfahrung zuzuschreiben; denn nur diese hat uns durch Hilfe des Gefühls gelehret, daß, als oft die Bilder auf zusammengehörige, d. i. auf die in beyden Augen von der Achse gleich abstehende Theile fallen, und eben darum die Gesichtsachsen auf einen Punkt zusammenstossen, das Objekt nur einfach sey (vorg. Beob. III.).

III. Eben diese Erfahrung ist die wahre Ursache, daß wir das Objekt aufrecht sehen, obgleich dessen Bild im Auge umgekehrt ist; denn diese hat uns schon vom Anfange der ersten Empfindungen überführet: daß jener Theil des Objektes den obersten Ort behaupte, der im Auge den untersten einnimmt. Gewiß, wenn das Bild in unserm Auge allezeit aufrecht wäre gemalt worden, würde uns das Gefühl belehret haben: jene Objekte seyen aufrecht, deren Bild im Auge gleichfalls aufrecht ist.

IV. Wenn uns die Entfernung der Objekte nicht zuvor schon bekannt ist, so werden wir diejenigen allemal für größer halten, die wir undeutlicher sehen; denn durch die Erfahrung belehret, eignen wir dem undeutlichen Gegenstande eine größere Entfernung zu, als ihm wirklich zukömmt; da nun dieser, ungeachtet seiner undeutlichkeit, dennoch unter einem gleich

großen

großen Winkel erscheint, als er erscheinen würde, wenn wir ihn deutlich sähen, so glauben wir, daß er größer sey, als er in der That ist.

V. Eben dieß widerfährt uns auch allemal, als oft wir durch einen Scheinbetrug, woher dieser auch immer entstehen mag, das Objekt weiter entfernt zu seyn glauben: und so im Gegentheile kommen uns die Gegenstände kleiner vor, wenn wir ihre Entfernung nicht genugsam bemerken.

* Darum scheinen Sonne und Mond, und die Gestirne größer am Horizonte, als in der Mittagsgegend zu seyn. 2.) Darum kommen uns die Gegenstände bey der Nacht, oder im Nebel größer vor, weil wir ihre Entfernung entweder nicht wissen, oder eben itzt außer Acht lassen. 3.) Eben darum erscheinen die Leute von einem Thurme, oder hohen Berge sehr klein, und kleiner, als sie in eben der Entfernung auf einer Ebne erscheinen.

IV. **Die Entfernung der Gegenstände** endlich beurtheilt man aus der Menge der Körper, die zwischen ihnen und dem Auge stehen; 2.) Aus der Lebhaftigkeit, und Mattigkeit der Farben, und aus der Größe des Winkels, unter welchem die Objekte gesehen werden; doch muß in diesem dritten Falle die Größe des Objektes schon vorhinein bekannt seyn. Auch in diesem Urtheile ist die Erfahrung die größte Lehrmeisterinn.

* Nehmen wir dieß, und was wir schon oben (§. 232. 233.) gemeldet haben, zusammen, so ist es leicht zu begreifen, 1.) warum sich zwo parallellaufende Linien, oder Flächen immer mehr zu nähern, 2.) ein langer

Gang,

Gang, oder eine horizontale Ebene sich zu erheben, die Decke hingegen eines groſsen Saales zusinken, 3.) die Wolken gewölbt zu seyn, und 4.) ein Thurm seitwärts zu hangen scheine ꝛc. Denn die mehr entfernten Theile erscheinen immer unter einem kleinern Winkel, den sie entweder untereinander, oder aber mit einer Linie machen, die durch den Mittelpunkt unsers Auges senkrecht hingehet.

Anwendung der bisherigen Sätze auf die Mikroscope.

§. 337.

Ein Mikroscop ist ein Instrument, vermittels dessen wir die kleinen dem freyen Auge unbemerklichen Gegenstände vergröſsert, und deutlich sehen.

§. 338.

Durch ein Linsenglas wird ein unmerklich kleines Objekt deutlich, und 2.) so vergröſsert gesehen, daß sich die Gröſse, in der wir es mit freyem Auge sehen, zur Gröſse durch das Linse verhält, wie die Brennweite der Linse zu (beyläufig) acht Zollen. Die Stralen von jedem Punkte des Objektes, das in dem Brennpunkte der Linse ist, gehen wo nicht parallel, doch unter einem sehr kleinen Winkel aus der Linse in das Aug (§. 329. II.): mithin muß das Objekt deutlich werden (§. 334. V.). 2.) Das Aug welches gleich hinter

Linse ist, kann von dem Objekte keine andere Entfernung haben, als eben die Brennweite der Linse; sollte aber eben dieß Objekt mit freyem Auge gesehen werden, müßte es 8 Zoll entfernet seyn. Nun aber verhalten sich die scheinbaren Größen, wie die Winkeln, wie die Entfernungen (§. 333.).

Die XXVIII. Figur möchte den Beweis deutlicher machen: AB sey das Objekt, OC die Entfernung $= 8''$, Oc die Entfernung des Auges vom Mikroscope: es würde also das Objekt in der Entfernung $= 8''$ unter dem Winkel AOB, und durch das Mikroscop unter dem Winkel aOb gesehen, nun aber die Winkel haben das in dem Satze angegebene Verhältniß (§. 333. X.).

I. Alle Convergläser, auch kleine gläserne Kügelchen sind also eine Art eines Mikroscopes.

II. Je kleiner die Brennweite des Gläschen ist, um so mehr muß das Objekt vergrößert werden.

§. 339.

Vereiniget man zwey Linsengläser also miteinander, daß das von der ersten Linse abgemalene Bild des Objektes in dem Brennpunkte der zwoten Linse zu stehen komme: so muß das Objekt vermittels dieser beyden Gläser deutlich, und vergrößert gesehen werden, wenn es von der ersten Linse um etwas weiter, als ihr Brennpunkt, entfernet ist. Deutlich; denn, wenn das Objekt nicht im Brennpunkte der ersten Linse steht, so müssen die Stralen von **jedem einzeln Theile** des Objektes unter einem, obschon ganz kleinen Winkel aus

der

der Linse gehen, folglich hinter sich derselben vereinigen, und zusammen das Objekt deutlich malen, wenn es anders nicht zu groß ist, als daß alle Theile von der Linse eine fast gleiche Entfernung haben. 2.) **Vergrößert** ist das Bild; denn, weil die Stralen unter einem ganz kleinen Winkel aus der Linse gehn, so werden sie sich erst in einer größern Entfernung vereinigen, folglich die Stralen der beyden äussersten, ja auch aller gleichabstehenden Theile des Objektes immer mehr und mehr auseinander gehn, und das Bild nothwendig vergrößern. 3.) Wird nun eine zwote Linse so angewendet, daß das von der ersten Linse gemalene Bild, in den Brennpunkt der zwoten zu stehen komme; so muß durch diese das Bild nicht anders gesehen werden, als wie wir im vorg. §. das Objekt mit einer Linse sahen: allein mit dem Unterschiede, daß es verkehrt erscheine, weil es auch von der ersten Linse so gemalet wird.

* Damit die Stralen nach der ersten Linse früher und häufiger versammelt werden, bedient man sich einer dritten Linse, welche nach der ersten ihren Ort erhält, damit sie die Stralen mehr sammle, und in einer kleinern Entfernung vereinige. Es kann auch aus gleicher Ursache eine vierte zwischen dem Bilde, und dem Oculargласе angewandt werden.

** Wie sehr das Objekt durch jedes Mikroscop vergrößert werde, wird praktisch bestimmt, indem man etwa eine Linie durch dasselbe betrachtet, und mit dem andern und freyen Auge einen Zirkel so öffnet, daß er der Linie, wie man selbe durch das Mikroscop sieht, gleich komme. Denn auf diese Weise erhält man die Vergrößerung des Durchmessers: das Quadrat des Durchmessers giebt die vergrößerte Fläche, und der Cubus den ganzen Körper in seiner Vergrößerung.

* * * Uebrigens nennt man ein Mikroscop ein einfaches, das aus einer einzigen Linse (§. 338.) und ein zusammengesetztes, das aus mehrern Linsen besteht (§. gegenw.).

§. 340.

Durch das **Sonnemikroscop** wird ein von der Sonne erleuchtetes Objekt in einem finstern Orte auf einer entgegenstehenden weißen Tafel deutlich abgemalt. Bey diesem Mikroscope erhält man durch die innerste, und letzte Linse vollkommen eben das, was wir im vorgeh. §. bey dem zusammengesetzten Mikroscope von der ersten Linse erhalten haben. Damit aber das Objekt deutlich auf der entgegenstehenden weißen Tafel abgemalt werde, so muß es 1.) **genug erleuchtet**, und 2.) **durchsichtig** seyn. 3.) Den **Ort**, in welchen das Licht einfällt, muß man wohl **verfinstern**, und 4.) die weiße Tafel in diejenige **Entfernung** stellen, in welcher die Stralen eines jeden Punktes von dem Objekte vereiniget werden. Das erste erhält man durch einen beweglichen **Spiegel**, und durch ein **Collectivglas**; der Spiegel wird der Sonne vermittels einer zweyfachen Bewegung so entgegen gesetzt, daß die von ihm zurückgeprellten Stralen auf das Collectivglas senkrecht hinfallen, und durch dieses in dem Orte, wo das Objekt stehet, versammelt werden. Das Objekt muß aber **durchsichtig** seyn, weil das Bild nur von den durchgehenden, nicht von den abgeprellten Stralen gemalet wird. **Der finstere Ort** endlich schließt alles fremde Licht aus, das die Deutlichkeit des Bildes mindern könnte; und die angegebene **Entfernung der Tafel** ist nothwendig, weil es in jeder andern Entfernung eine Verwirrung im Bilde abgäbe.

I. Wie größer die Entfernung ist, in der sich die Stralen von allen einzelnen Punkten vereinigen, um desto **größer** ist das Gemälde auf der entgegenstehenden Tafel.

II. Die **Deutlichkeit** des Bildes aber wächst, je durchsichtiger, je mehr erleuchtet das Objekt, und je gleicher die Entfernung der Theile des Objektes von der Linse ist.

§. 341.

Die sogenannte **Zauberlatern** (Laterna magica) hat mit dem Sonnemikroscope eine große Aehnlichkeit, und durchaus die nämliche Erklärung: was in jenem die Sonnestralen thun, das bewirken in der Zauberlaterne die Stralen einer Lampe, welche entweder von einem Concavspiegel hinter dem Lichte, oder durch ein Collectivglas vor dem Lichte gesammelt das durchsichtige Objekt (z. B. auf Glas gemalte Figuren) beleuchten, und in einer Linse nach dem Objekte so gebrochen werden, daß sie sich in einer gewissen Entfernung auf einer Tafel vereinigen, und das Objekt umgekehrt abmalen. Will man ein aufrechtes Bild erhalten, so darf man nur das Objekt verkehrt vor die Linse stellen.

§. 342.

Aus den nämlichen Gründen erklärt man auch die Abbildung der von der Sonne erleuchteten Objekte in einem **finstern Zimmer** (camera obscura). Die Stralen kommen von dem erleuchteten Objekte durch eine runde Oeffnung, vor welche ein Converglas angebracht ist, in das verfinsterte Zimmer: und indem sie durch die Linse gebrochen werden, müssen sie sich in dem Brennpunkte derselben versammeln, weil sie wegen der größern Entfernung der Objekte außer dem Zimmer beynahe parallel auf das Glas auffallen.

Von

Von den Dioptrischen Fernrohren.

§. 343.

Diejenigen Instrumente, derer wir uns bedienen, um weit entfernte Gegenstände deutlich zu sehen, werden **Fernrohre** (Telescopia) genannt. Bestehn sie aus lauter durchsichtigen Gläsern, so nennt man sie dioptrische, oder auch schlechtweg Fernrohre. Das erste Glas, in welchem die Lichtstralen der Objekte die erste Aenderung leiden, heißt das **Objektivglas**; die übrigen aber, die das vom Objektivglase abgemalte Bild in das Aug bringen, heißen **Oculargläser.** Man hat drey Gattungen von Fernrohren: das **Holländische**, das **Astronomische**, und das **gemeine** Fernrohr. Von jeder Gattung das Nöthigste.

§. 344.

Das **Holländische Fernrohr** besteht aus einem convexen Objektiv- und aus einem concaven Ocularglase: die Achsen dieser Gläser müssen eine gerade Linie machen: und die Entfernung des Objektivglases vom Ocularglase muß der Differenz ihrer Brennweiten gleich seyn.

Durch das Holländische Fernrohr muß das Objekt 1.) deutlich, und 2.) aufrecht erscheinen. 3.) Doch kann man durch dasselbe nur ein ganz kleines Feld zugleich übersehen. Die Stralen aus jedem einzelnen Punkte eines mehr entfernten Objektes fallen bey diesem Fernrohre auf das convexe Objektivglas beynahe parallel auf, sie müßten

sich

sich also im Brennpunkte eben dieses Glases vereinigen; allein, da ihnen, bevor sie vereiniget werden können, ein concaves Glas in der beschriebenen Entfernung entgegen steht, auf das sie convergirend auffallen: so müssen ste von diesem letztern Glase gebrochen, und parallel fortgeschickt werden; folglich entwerfen sie in dem Auge ein deutliches Bild von dem Objekte (§. 334. V.). 2.) Dieses Bild muß aufrecht stehen; denn, da die Stralen aus dem Objektivglase von der linken Seite gegen die rechte, und von der rechten gegen die linke hingehen: in dem Ocularglase aber oder in dem Auge selbst sich nimmer durchkreuzen: so muß der rechte Theil des Objektes auf der linken, der linke aber auf der rechten Seite des Auges und so die übrigen gebildet, folglich das Objekt aufrecht gesehen werden. 3.) Endlich gehen die Stralen eines jeden einzelnen Punktes zwar parallel, von zerschiedenen Punkten aber divergirend aus dem Glase; mithin können nur sehr wenige, und nur diese in die kleine Oeffnung des Auges eintretten, welche nächst bey der Mitte durch das concave Glas gehen; das ist, man kann durch dieses Fernrohr nur ein ganz kleines Feld zugleich übersehen.

* Der Beweis scheint mir vollständig zu seyn; doch möchte ihm vielleicht die XXIX. Figur mehrere Deutlichkeit verschaffen. Es kommen von dem äußersten, und rechten Theile des Objektes die Stralen A A, von dem linken die Stralen B B parallel auf das Objektivglase M M: in diesem werden sie gebrochen, und müßten sich im Brennpunkte a und b versammeln, folglich das Objekt umgekehrt bilden; da sie aber von einem concaven Glase, welches von dem Convexglase eine der Differenz ihrer Brennweiten gleiche Entfernung hat, abermal, und zwar vom Perpendikel gebrochen werden: so müssen sie parallel austretten, und so in die Oeffnung des Auges eingehen,

hen, ohne daß sie sich ferner durchkreuzen; die Stralen AA werden also auf der linken, und BB auf der rechten Seite des Auges versammelt, und das Bild im Grunde des Auges umgekehrt gemalet: aber eben darum sehn wir das Objekt aufrecht (§. 336. III.).

§. 345.

Die Größe mit der ein Objekt dem freyem Auge erscheint, verhält sich zur Größe, die wir durch das Fernrohr wahrnehmen, wie die Brennweite des Ocular- zur Brennweite des Objektivglases; denn mit freyem Auge sehen wir das Objekt unter dem Winkel ADB = KDP. Durch das Fernrohr aber erscheint es unter dem Winkel LRS = acb; nun aber verhält sich die scheinbare Größe jedesmal, wie der Sehwinkel (§. 333.); und dieser wieder, wie rC : rD (eben das.).

§. 346.

Das astronomische Fernrohr hat ein convexes Objektiv- und ein convexes Ocularglas: die Achsen dieser Gläser liegen in einer geraden Linie: und ihre Entfernung ist der Summe ihrer Brennweiten gleich.

Durch dieses Fernrohr muß das Objekt 1.) deutlich, 2.) aber verkehrt, und 3.) in einer Größe gesehen werden, die sich zu jener im freyen Auge verhält, wie die Brennweite des Objektives zur Brennwei-

te

te des Ocularglases. Die parallel auffallenden Stralen (Fig. XXX.) eines jeden Punktes vom Objekte werden in dem Brennpunkte des Objektivglases versammelt; folglich müssen sie schon hier ein deutliches Bild ab entwerfen. Dieses Bild steht aber auch im Brennpunkte des Ocularglases MN, weil die Entfernung der Gläser der Summe ihrer Brennweiten gleich ist; es werden also hier die Stralen divergirend ausgehen, und durch die Ocularlinse zur parallelen Richtung gebrochen, und so in das Aug gebracht werden: durch parallele Stralen sehn wir die Objekte aber jedesmal deutlich (§§. 332. I. 334. V.). 2.) Da sich ferner die Stralen von verschiedenen Punkten bey dem Objektivglase AB durchkreuzen, so muß das Bild ab umgekehrt gesehen werden. 3.) Und weil das Objekt dem freyen Auge unter dem Winkel aCb, durch das Fernrohr aber unter MIN = McN erscheint: diese Winkel sich aber verkehrt, wie die Brennweiten der Gläser (des Ocular = zu jener des Objektivglases) verhalten, so müssen auch die den Winkeln respondirenden Größen das nämliche Verhältniß haben, ꝛc.

* Obgleich dieses Telescop nur ein umgekehrtes Bild liefert, so verdient es doch bey den astronomischen Beobachtungen (von denen es auch seinen Namen hat) vor dem Holländischen einen Vorzug; denn es ist eben wenig daran gelegen, daß wir die Himmelskörper aufrecht sehen; und überdas wird der Mangel dadurch genugsam ersetzt, daß man mit diesem Fernrohre ein weites Feld zugleich übersehen kann; wie dieses schon aus der Figur zu ersehen ist.

§. 347.

§. 347.

Das **gemeine Fernrohr** ist aus vier Convergläsern zusammengesetzt, das ist, aus einer Objektiv = und dreyen Ocularlinsen. Die Achsen dieser Gläser liegen auch hier in gerader Linie, und die Entfernung zweyer und zweyer, ist allemal der Summe ihrer Brennweiten gleich. 2.) Die drey Oculargläser haben gemeiniglich eine gleiche Brennweite, doch wird dieß nicht allgemein erfordert. Dieses Telescop kömmt in Hinsicht auf das Ocularglas e d mit dem astronomischen vollkommen überein, wie man es leicht aus der XXXI. Figur abnehmen kann; die zwo mitterrn Linsen m m und n n aber bewirken nichts, als daß sie das Bild a b noch einmal, und zwar aufrecht malen. Mithin werden die Objekte durch dieses Fernrohr beynahe eben so deutlich wie in dem vorigen, aber aufrecht gesehen.

* Von der Natur, und Zerschiedenheit der Brillen, wie man durch sie die Augen unterstützen, und zerschiedene Mängel ersetzen kann; 2.) den Fehler der schielenden Augen; 3.) warum man durch ein Polyostron, (das ist, ein Glas, welches aus mehrern unter sehr stumpfen Winkeln vereinigten Flächen besteht) ein Objekt vervielfältiget sieht; 4.) wie man einen Tubus, mit dem man in die Sonne schauen will, zubereiten müsse &c. werde ich, um Weitläuftigkeiten im Lehrbuche zu vermeiden, in den öffentlichen Stunden alles erklären.

** Die bisher beschriebenen Fernrohre haben alle den gemeinschaftlichen Fehler, daß das Licht verschiedene Farben in ungleicher Entfernung versammelt: folglich das Objekt verunstaltet wird. Newton hatte diesem Fehler schon längst abzuhelfen gewünscht; aber erst H. Dollond hat es der erste zu Stande gebracht (§. 331. Anm.) (a).

Man

(a) Die ganze Geschichte kann nachgelesen werden in Dr. Jos. Priestleys Geschichte der Optik 2. Th. 4. Abschn. 1. K. übersetzt von G. S. Klügl.

Man steuert dem Uebel besonders durch Spiegeltelescope, wovon ich also auch noch die Hauptsache erklären will.

Von den Spiegeltelescopen.

Auch diese können füglich in drey Gattungen getheilt werden. Eines wird von dem Newton das **Newtonianische**, ein anders vom Gregoris das **Gregorianische** genannt, und weil Cassegrain an dem Gregorianischen einige Aenderungen angebracht, so wollen wir seine Erfindung das **Cassegrainische** benamsen.

§. 348.

Das **Newtonianische** Spiegeltelescop (Fig. XXXII.) besteht aus einem etwas größerm Hohlspiegel EF, und aus einem kleinen Planspiegel fe, welcher unter einem Winkel $= 45^{\circ}$ noch vor der Brennweite des Hohlspiegels, welche etwa in H ist, so aufgerichtet wird, daß die Achse des Hohlspiegels durch die Mitte dieses Planspiegels gehe: seitwärts von ihm ist in L eine Oeffnung in dem Tubus; in der Oeffnung aber befindet sich ein convexes Ocularglas.

Durch diesen Tubus muß das Objekt, von dem die Stralen auf den Hohlspiegel entweder ganz parallel, oder doch unter einem sehr kleinen Winkel fallen, von dem Auge in O zwar verkehrt, aber deutlich und vergrößert gesehen werden. Denn die Stralen von verschiedenen Punkten des Objektes durchkreuzen sich im Mittelpunkte des Hohlspiegels, und die Stralen von einem und dem nämlichen Punkte müssen sich im

Focus

Focus H mit der Achse des Spiegels vereinigen; folglich eben dort das Objekt deutlich, aber umgekehrt abmalen (§. 325. III.); da sie aber von dem Planspiegel so aufgefangen, und unter einem gleichen Winkel zurückgeprellt werden, so muß das Bild eben so weit von dem Planspiegel, als der Focus H hinter demselben liegt, das ist, in K deutlich entworfen werden (IV.). Es muß also durch die Linse, in dessen Brennpunkt sich das Bild befindet, das Objekt deutlich, und verkehrt gesehen werden, weil auch das Bild deutlich und verkehrt ist; vergrößert aber muß es erscheinen, weil die Linse in L ein Mikroscop ist (§. 330.).

I. In diesem Telescope wird die Vergrößerung nur durch die Linse bewirket; folglich verhält sie sich zur Größe im freyem Auge, wie der Winkel, unter welchem die Stralen der äußersten Theile aus der Linse gehen, zu jenem Winkel, unter dem sie von dem Objekte selbst zum freyen Auge kommen, oder, was eines ist, unter dem sie sich im Mittelpunkte des Hohlspiegels durchkreuzen.

II. Und weil das Bild in K sehr deutlich entworfen wird, so kann die schärfste Linse angewandt, und die Vergrößerung sehr weit getrieben werden.

§. 349.

Der **Gregorianische Tubus** unterscheidet sich von dem Newtonianischen darinne: daß der große Hohlspiegel EF (Fig. XXXIII.) in der Mitte eine Oeffnung hat: und ihm außer seiner Brennweite H ein anderer Hohlspiegel ef der jedoch einen weit kleinern Radius hat, so entgegen stehet, daß die beyden Achsen dieser Spiegel in eine gerade Linie kommen.

Ferner

Ferner wird in einem beweglichen Rohre a b c d die Linse VI befestiget, und in eine Entfernung von dem kleinern Spiegel gesetzt, die der Summe der Brennweiten eben dieses Spiegels, und der Linse gleich ist.

Nur aus dieser Beschreibung folget schon I. daß das Objekt durch jeden Spiegel deutlich müsse gebildet werden' und zwar 1.) in dem Brennpunkte des größern Spiegels E F bey H; 2.) weil aber der kleinere Spiegel e f in einer größern Entfernung vom Bilde H stehet, als seine Brennweite beträgt, so müssen die Stralen eines jeden einzelnen Punktes durch diesen Spiegel irgendwo, etwa in K, abermal vereinigt, und das zweyte Bild gemalt werden (§. 325.).

II. Das Objekt muß von dem Auge in O aufrecht gesehen werden; denn das Bild wird zwar von dem Spiegel E F verkehrt gemalet, aber von dem andern Spiegel, dessen Centrum zwischen das Bild kömmt, wieder aufgerichtet, und vergrößert (§. 339. n. 2. §. 340. II.). Man wird also vermittelst dieses Spiegels die Objekte **deutlich, aufrecht,** und wegen der Ocularlinse **vergrößert** sehen.

* Gregoris verlangte in dem größern Hohlspiegel eine paraboliſche, in dem kleinern aber eine ellyptische Figur; weil aber diese Aushöhlungen hart zu erhalten sind: so bedient man sich sphärischer Spiegel. Uebrigens wird dieses Teleſcop bey den Erdkörpern dem Newtonianischen vorgezogen, weil man durch dasselbe die Objekte aufrecht erhält.

* * Man kann auch bey diesem Teleſcope eine zwote Linse als ein Collectivglas anbringen, wie man es leicht aus der Anmerk. §. 339. begreifen kann.

§. 350.

§. 350.

Cassegrain änderte an dem Gregorianischen Spiegeltelescope ferner noch folgendes: er bediente sich statt des kleinern Hohlspiegels eines kleinern convexen, den er zwischen dem Spiegel EF und dessen Brennweite etwa in N so hinsetzte, daß die Achsen beyder Spiegel abermal in einer geraden Linie lagen.

I. Die Strälen, welche auf den Hohlspiegel parallel auffallen, müßten in dem Brennpunkte zusammen kommen; da sie aber noch vor diesem auf den convexen Spiegel N hinfallen, so müssen sie von diesem zurückgeprellt, und in einer weit größern Entfernung vor dem Spiegel als der Brennpunkt hinter dem Spiegel liegt, versammelt werden (§. 325. I.); folglich ein deutliches, obgleich auch umgekehrtes Bild entwerfen.

II. Dieses Bild muß weit größer seyn, als es in K wäre; denn die Stralen verschiedener Theile z. B. der äußersten erhalten immer einen größern Abstand voneinander, je weiter sie fortgehen.

III. Es muß also ein gesundes Aug in O durch eine Linse, in deren Brennpunkte das Bild gemalet wird, ein Objekt deutlich, verkehrt, und vergrößert sehen, weil zu dieser Vergrößerung nicht nur die Ocularlinse, sondern auch der Conversspiegel sehr vieles beyträgt.

* Warum, wo, und wie die sogenannten Diaphragmen in diesen Spiegeltelescopen sowohl, als in den Fernrohren anzubringen seyn, werde ich mündlich erklären.

** Man findet diese und die vorigen Materien sehr genau abgehandelt in der Optik des Schmits (a), Priestley (b), und in dem kleinen Werkchen des Spenglers (c).

IV. Kapitel.

Von dem, was noch ferner mit dem Feuer verbunden ist.

Hieher gehört vorzüglich die **Elektricität.** Allein so allgemein, und groß der Eifer ist, mit dem die elektrischen Versuche immerdar vermehret werden, so schwer wird es auch, die hinlängliche Ursache von denselben zu bestimmen; die Verschiedenheit der neuen Entdeckungen scheint die bisher angenommenen Theorien immer unbrauchbarer zu machen. Ich werde mich daher nur bemühen, das **Wahrscheinlichere** aufzusuchen.

I. Von der künstlichen Elektricität.

§. 351.

Elektrische Körper werden diejenigen genannt, welche in einen Zustand versetzt werden können, wo sie andere nahe Körper an sich ziehen, die angezogenen wieder zurückstossen, und im Dunkeln auf einigen Reiz ein sichtbares Licht von sich geben. Befindet sich ein Körper wirklich in diesem Zustande, so sagt man, daß er **elektrisirt** sey. **Ursprünglich,** oder **eigentlich elektrische** Körper (Ideo-

(a) Vollständiger Lehrbegriff der Optik, ausgearbeitet vom A. G. Kästner.

(b) Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik ꝛc.

(c) Optik, Catoptrik, und Dioptrik.

(Ideoelectrica) sind die, welche durch Reiben, Erwärmen ꝛc. in den beschriebenen Zustand versetzet werden: **durch die Mittheilung** aber **elektrische Körper** (Symperielectrica) heißen jene, welche ihre Elektricität, d. i. die Kraft anzuziehen, zurückzustossen, und Feuer zu äußern blos durch die Annäherung eines schon elektrisirten ideoelektrischen Körpers erhalten. Ist der elektrisirte Körper von allen andern durch ursprünglich elektrische Körper, z. B. durch Glas, Seiden ꝛc. abgesöndert, so nennt man ihn **Isolirt.**

I. Glas, ächtes Porcellain, Edelgesteine, verschiedene andere Steine, Bergkrystall, Talk, Arsenik, Schwefel, Bernstein, Ambra, Harz, Pech, Colophonium, Siegellack, ausgetrocknetes Holz, Haare von Thieren, Wolle, Seide, Hanf, Leinwat, Papiere, Leder, und andere dgl. Körper, wenn sie wohl getrocknet, und erwärmet worden, sind **ursprünglich elektrisch**; denn wenn sie gerieben werden, so nimmt man an ihnen die Zeichen der Elektricität wahr.

II. Wasser hingegen, und Metalle werden nur durch die Mittheilung elektrisch.

* Es giebt eine Elektricität mit, und eine ohne Verstärkungsglase. Wir wollen von der letztern zuerst handeln.

Von den elektrischen Versuchen ohne Verstärkungsglas.

§. 352.

Versuche. Wenn man einen gläsernen Cylinder oder eine Kugel ꝛc. über einem mit Metall überzogenen Papiere,

piere, Leder, oder auch über der trockenen Hand länger reibet; und ein **isolirter** symperielektrischer Körper das Glas berühret: so wird derselbe leichte Körper **anziehn**, einige der angezogenen **zurückstossen**, wieder anziehn ꝛc. andere hingegen wird er nie von sich entlassen. 2.) Schon beym Reiben zeigen sich im Dunkeln beständig blaue feurige Sternchen dort, wo der isolirte Körper die geriebene Kugel mittels eines anliegenden Goldpapieres, Goldfransen ꝛc. berührt. Eine noch hellere Flamme, die einem feurigen Pinsel gleicht, bricht mit einem Geprassel hervor, wenn sich dem isolirten ein unelektrisirter Körper auch schon auf mehrere Zolle, nähert. 3.) Dergleichen Feuerpinseln strömen auch von den Spitzen des elektrisirten Körpers ohne Berührung aus. 4.) Und dieß zwar noch häufiger, wenn eine metallene Spitze im luftleeren Raume zu stehen kömmt. 5.) Nähert man sich der geriebenen Kugel mit dem Angesichte, oder mit der Hand: so entsteht an diesen eine Empfindung, die wir sonst bey der Berührung eines Spinnegewebes zu haben pflegen. 6.) Man verspürt auch bey diesen Erscheinungen einen schwefelichten Geruch. 7.) Und wenn man dem elektrisirten Körper sich mit der Zunge nähert, so entsteht auf derselben ein säuerlichter Geschmack. 8.) Alles dieses aber wird durch die Feuchtigkeit der Luft nicht nur gehemmet, sondern es verschwinden auch manchmal alle elektrischen Erscheinungen so, als wenn der symperielektrische Körper nicht isolirt wäre.

I. Ein symperielektrischer isolirter Körper wird durch die Berührung eines geriebenen ideoelektrischen Körpers elektrisirt (n. 1. 3. 4.).

II. **Um den geriebenen ideoelektrischen sowohl, als um den berührenden symperi-**

elektrischen Körper, wenn dieser isolirt ist, ergießt sich eine Atmosphäre von einer eigenen elektrischen Materie. Es überzeugen uns davon alle Sinne (n. 5. 6. 7.); und schon in einer Entfernung von mehrern Zollen äußern sich die Zeichen der Elektricität, wahre Aenderungen und Wirklichkeiten (n. 1. 2. 3. 4. 5.), welche ihren hinlänglichen Grund nicht in den Kräften des noch ziemlich entfernten Körpers haben können, weil sich diese nur in einen ganz kleinen Abstand erstrecken. Dazu müßten denn diese Kräfte nicht auch vor dem Reiben des Glases wirken? es muß sich also neben der Luft ein neuer Körper in dem besagten Zwischenraume befinden, der diese Wirklichkeiten hervorbringt.

III. Durch das Reiben des Körpers müssen seine Theilchen (besonders wenn sie sehr elastisch sind) und die Lichttheilchen selbst, welche in ihm vorhanden sind, in **eine zitternde Bewegung versetzt**, ja sogar die eingeschlossenen Theilchen frey gemacht, und **ausgeworfen werden.**

IV. Die freygewordene Materie erhält sich nur alsdann um den elektrisirten Körper, wenn er von den symperielektrischen durch ideoelektrische **abgesöndert** wird.

V. Es müssen also alle ideoelektrischen Körper, und besonders die trockene Luft der Fortpflanzung der elektrischen Materie widerstehen. Im Gegentheile muß sie durch symperielektrische Körper frey hingehen, und zerstreuet werden.

VI. Eine Ursache von dem freyen Durchgange der elektrischen Materie durch den symperielektrischen Körper mögen wohl die an-

anziehenden Kräfte in diesem auf die Materie seyn: doch hiedurch allein läßt sich noch nicht begreifen, warum auch eine Atmosphäre um denselben entstehe; denn wegen den anziehenden Kräften könnte niemal mehr Materie, als wirklich angezogen würde, in den symperielektrischen Körper übergehen, folglich auch nichts in eine Atmosphäre austretten.

§. 353.

VII. Man kann sich also die ganze Sache, und die Verbreitung der Atmosphären folgendermaßen vorstellen.

1.) Die in dem Glase durch das Reiben rege gemachte, und ausgeworfene Materie (vorg. §. III.) kann sich, wenn sie von keinem symperielektrischen Körper berühret wird, durch die Luft, welche sie umgiebt, als durch einen ideoelektrischen Körper nicht zerstreuen (IV. V.); sie muß also um das Glas herum aufgehäuft, und von der Luft zusammen gedrückt werden; ja sie wird sich sphärisch auszudehnen, und rings herum zwischen die Lufttheilchen hineinzudringen suchen, das ist, es entsteht um das geriebene Glas eine elastische, zusammengedrückte, und sich auszudehnen bestrebende Atmospäre, die wir uns billig so vorstellen müssen, wie die Stralen, welche eine gemalte Sonne umgeben (Fig. XXXIV.).

2.) Die Dichtigkeit dieser Atmosphäre muß mit der Entfernung vom Glase abnehmen; denn durch ihre elastische Kraft wird sie sich in die Luft hineindringen, und auf gleichviel Luft wird immer we-

niger Materie treffen, d. i. die Materie nimmt ab, wie die Luft mit der Entfernung zunimmt.

3.) Die Atmosphäre muß den geriebenen Körper solange umgeben, bis entweder die geriebenen Theile wieder ruhen, und so der Materie nach und nach den Ruckweg in ihre vorige Lage gestatten, oder aber bis diese durch Feuchtigkeit, und fremde symperielektrische Körper entführet wird (vorg. §. V.).

4.) Wird aber das geriebene Glas von einem symperielektrischen Körper berührt, so muß die Materie **erstlich** in diesen übergehen, weil sie sich **wegen dem Drucke der Luft** auszudehnen bestrebt, und im Körper nicht nur keinen Widerstand findet (vorg. §. V.), sondern von ihm auch sogar **angezogen** wird (VI.). Es muß sich aber auch **zweytens** eine Atmosphäre um den isolirten symperielektrischen Körper verbreiten; weil die um das Glas aufgehäufte, und von der Luft gedrückte, elastische Materie sich mit sehr großer Gewalt in denselben ergießt, und auch da, wo seine anziehenden Kräfte nimmer wirken, um ihn herum austritt; indem sie dort von der Luft keinen so starken Widerstand findet, als sich ihr vorher um das Glas herum entgegengesetzt hatte.

5.) Ist der **berührende Körper nicht isolirt**, so wird die Materie von ihm in alle andere mit ihm communicirende symperielektrische Körper ausfließen, und niemal gehäuft oder gedrückt werden; der Körper selbst aber verbleibt in seinem uatürlichen Zustande.

* Hierdurch wäre also die Entstehung und Beschaffenheit der elektrischen Atmosphäre hinlänglich bestimmt. Ob sich nun wohl auch die gemeinen Zeichen der Elektri-

eität nämlich das Anziehen, 2.) das Zurückstossen, und 3.) die hervorbrechenden Funken des elektrischen Feuers daraus erklären lassen, wollen wir in so vielen §§. versuchen.

§. 354.

Wenn sich um den elektrisirten Körper eine Atmosphäre ergießt, wie wir sie bisher beschrieben haben: so ist das Anziehen kleiner und leichter Körperchen an denselben (§. 352.) eine nothwendige Folge. Es sey der Körper A (Fig. XXXIV.) mit der elektrischen Atmosphäre BCDE umgeben, und der kleine symperielektrische Körper a nähere sich derselben; in dem Augenblicke, als er sie berührt, muß ein gegenseitiges Anziehn entstehen, und die Atmosphäre wird sich sowohl wegen diesem Anziehn, als wegen dem weit geringern Widerstande bey dem symperielektrischen Körper a (§. vorg. n. 4.) in diesen zu ergießen suchen; allein diesem widersteht sowohl der Zusammenhang der elektrischen Materie unter sich, als die Luft, in welche sich die Materie ausgebreitet hat (§. 353. n. 1.): mithin muß der Körper a, wenn anders seine Schwere nicht größer ist, als die hier angezeigten Kräfte, in die Bewegung gebracht, und weil wegen der in kleinern Abständen zunehmenden Dichtigkeit der Atmosphäre (ebendas. n. 2.) die nämliche Ursache immer vorhanden ist, bis zum Körper A hingezogen werden.

I. Dieses Anziehen muß auf eine gleiche Weise geschehen, es mag der Körper A, oder a elektrisirt seyn; denn die Erklärung ist beyderseits die nämliche.

II. Der

II. Der angezogene leichte Körper wird sich dem elektrisirten gemeiniglich mit der **Spitze nähern**, nicht, als wenn er an diesem stärker gezogen würde, sondern weil er mit der Spitze weniger Widerstand findet.

* Diese Erklärung wird durch viele andere ähnliche Beobachtungen gerechtfertiget, so wird z. B. ein ganz kleines Stückchen Zucker, Erde, Brod, Papiertheilchen von einem Wassertropfen gegen die Mitte hingezogen, alsbald es der Tropfe nur berühret.

§. 355.

Ist nun der kleine Körper a (§. vorg.) in die Atmosphäre des elektrischen A ganz eingetretten, und bis zur Berührung gekommen: so muß sich auch um ihn eine Atmosphäre verbreiten, welche die vorige durchschneidet. Weil nun die Dichtigkeit, und der Druck der Atmosphären mit der größern Entfernung von den elektrisirten Körpern abnehmen (§. 353. n. 2.): so muß der Druck an dem Orte, wo sich die Atmosphären durchschneiden, und wo die Entfernung kleiner ist, weit stärker seyn, als er an den übrigen entgegengesetzten Gränzen der Atmosphären ist; folglich wird die Materie, die sich immer auszudehnen bestrebt, auf die Körper solange wirken, als der stärkere Druck anhaltet, d. i., bis der kleinere Körper bewegt, und die zwo Atmosphären auseinander getretten sind, oder, was eines ist: **der kleine Körper muß zurückgestossen werden.**

I. Wenn das angezogene Körperchen z. B. ein Metallplättchen den elektrisirten Körper mit seiner Fläche berührt,

so

so muß es hangen bleiben (§. 352. n. 1.); denn hier kann es als ein Theil des elektrisirten Körpers angesehen werden, und zwischen ihm und dem andern Körper keine Atmosphäre Platz haben.

II. Der kleine Körper ist auch nach dem Zurückstosse elektrisirt: folglich bleibt das fernere Anziehen solange unmöglich, als er seine Atmosphäre behält. Verliert er aber diese, durch die Berührung symperielektrischer Körper, die entweder gar nicht isolirt, oder doch in der Proportion gegen den kleinen ziemlich groß sind, so kömmt er wiederum in seinen natürlichen Zustand, und ist geschickt, **neuerdings angezogen**, und zurückgestossen zu werden u. s. f.

* In diesen Erklärungen liegt der Grund des elektrischen Glockenspieles, und vieler andern elektrischen Tändeleyen, z. B. einen ordentlichen Regen von sympe-rielektrischen Strähsande zu bewirken, leichte Bildchen zwischen zwoen symperielektrischen Tafeln (welche horizontal und parallel übereinander stehen, und deren die einte isolirt, und elektrisirt wird) tanzen zu machen ꝛc.

§. 356.

Die Ursache, **warum aus dem elektrisirten Körper eine helle Flamme oder auch nur zerstreute Funken mit einigem Geprassel auf das Berühren eines unelektrisirten symperielektrischen Körpers hervorbrechen**, ist folgende: der symperielektrische Körper zieht die elektrische Materie sehr mächtig an, und diese ist noch überdas selbst schon sehr zusammengedrückt; sie muß also sowohl des Druckes, als

der

der anziehenden Kräfte halber in den hinzubewegten Körper mit doppelter Gewalt hineindringen, und eben darum die Luft, welche sich noch immer zwischen den elektrischen Theilen befindet, aus ihrem Orte verdrängen, **oder doch wenigstens** durch die Zwischenräume derselben hervorbrechen, und sich gegen den symperielektrischen Körper vereinigen. Im ersten Falle werden wir eine Flamme, und im zweyten zerstreute, einem Pinsel ähnliche Funken sehen, in beyden Fällen aber entsteht ein heftiges Aufeinanderstossen der Lichttheilchen, und ein schnelles Zusammendrücken der Luft, das ist, ein Geprassel, mit dem die Materie hervorbricht.

I. Es wird also zu dieser elektrischen Flamme erfordert, daß sich **die Materie schnell**, und auf einmal **in größerer Menge vereinige**; dieses selbst aber geschieht nicht, ohne daß die Luft entweder völlig verdrängt, oder, wenn es nur Funken giebt, hie und da durchdrungen wird; und nur dort ist die Flamme oder ein Funkenpinsel möglich, wo die elektrische Kraft hinlänglich ist, eines aus beyden zu bewirken.

II. Wie mehr die Materie um den elektrischen Körper angehäuft ist, desto größer muß die Flamme seyn.

* Und eben dieß ist die Ursache, warum man durch das Verstärkungsglas eine weit größere Flamme erhält, wie wir sogleich sehen werden.

III. Es müssen auch manchmal ohne Berührung des elektrisirten Körpers Sternchen an den Spitzen desselben erscheinen; denn weil sich die Materie in einen **kleinen Raum** bey der Spitze versammeln muß, so kann sie eben darum **häufig genug** versammelt werden.

* Wenn

* Wenn man diese Erklärungen genau überdenket, so wird man leicht wahrnehmen, daß alle diese Zeichen der Elektricität sich auch äußern müssen, wenn sich zween Körper begegnen, wovon der eine in seinem natürlichen Zustande, der andere aber bis unter diesen seiner Materie beraubt ist; denn es läßt sich nicht zweifeln, daß jeder Körper sich selbst überlassen, besonders wenn er erwärmet ist, eine Atmosphäre habe, und diese muß in dem außer seinem natürlichen Zustande sich befindenden Körper eben die Aenderungen hervorbringen, die wir bey dem elektrisirten beobachten. Ein gleiches versteht sich auch von zweenen ungleich elektrisirten Körpern.

* * Von der Entstehung der Feuerfunken hat H. Joh. Fried. Groß (a) eine ganz neue, und sonderbare Entdeckung gemacht. Er bediente sich eines etwa 30 Schuhe langen Drates, diesen isolirte, und elektrisirte er, und verband ihn mit einem andern metallenen Stängelchen, das am Ende mit einer Kugel versehen war: dieser Kugel setzte er einen ganz kleinen abgekürzten Kegel entgegen (er hat die Eigenschaften dieses Kegels in seiner Abhandlung von 30. bis 40. §. genau bestimmt): die Grundfläche desselben darf zerschieden seyn; bey seinen Versuchen war der Durchmesser davon = 22‴. Der Winkel der Spitze kann zwischen den Gränzen 54° bis 90° ebenfalls zerschieden seyn; gemeiniglich war er bey ihm = 60°. Die Spitze stieß er mit einer zarten Feile, und einem Polirstahle nach und nach so hinweg, daß der Durchschnitt der obersten Fläche $\frac{1}{4}$‴ $\frac{7}{16}$‴ $\frac{9}{16}$‴ oder auch mehr oder weni-

(a) Elektrische Pausen von Joh. Frid. Groß. Leipzig 1776.

weniger betrug; indem er nun diesen Kegel der elektrisirten Sphäre sehr nahe entgegenrückte, so zeigte sich ein Funke. Er vermehrte die Entfernung; und konnte nun durch keine Mühe mehr einen Funken erhalten; er zog den Kegel nach und nach immer weiter hinweg, und nun brach wieder ein Funke hervor. Hiedurch entdeckte er also zwo verschiedene Entfernungen, in denen sich die Funken äußerten, ohne daß er sie in dem Zwischenraume derselben erhalten konnte. Die Ursache dieser Erscheinung möchte vielleicht die folgende seyn: der Funke erscheint in der kleinen Entfernung des Kegels, weil dort die Materie hinlänglich gehäuft ist, und wegen den anziehenden Kräften der abgekürzten Kegelfläche die Luft verdringen, und in eine Flamme ausbrechen kann. Dieß wird in der größern Entfernung unmöglich, weil die Materie stäts abnimmt, und nicht hinlänglich ist, die Luft zu verdringen. Aber warum kann sie es doch in einer größern Entfernung? vielleicht weil dort die elektrische Materie von der kleinen Kegelfläche unter einem ganz kleinen Winkel angezogen wird, und eben darum nur eine ganz kleine Portion, die den Winkel ausfüllet, überwunden werden muß: daß also hier die zur Flamme nöthige Anhäufung der elektrischen Materie leichter geschehen kann.

* * * In den bisherigen Erklärungen liegt vielleicht auch der Grund von mehrern allerdings neuen Erscheinungen, die mir von zerschiedenen Freunden sind mitgetheilet worden, und die ich hier anführen will. Es wird eine wohl ausgetrocknete Glanzleinwand, ein wollener Zeug, ein Sammet, ein Pappendeckel ꝛc. mit einem tro-

ckenen Katzenbalg, mit Menschen- oder Roßhaaren, mit einem frischen, doch erwärmeten Kalbschwänzchen ꝛc. in der freyen Luft gerieben, und alsbald lassen sich die Zeichen der Elektricität daran wahrnehmen. Reibt man sie aber auf einem Tische, oder auf den Boden, so muß man sie in die Freye Luft erheben, wenn man eben diese Zeichen erhalten will; dort aber zeigen diese sich sehr merklich. Das Anziehen der leichten Körper erfolgt schon in einer Entfernung von 2 — 3 Schuhen.

Die Ursache dieser Erscheinungen genauer zu bestimmen, scheinen mir die bisherigen Versuche noch nicht hinlänglich, die Gränzen eines Lehrbuches aber viel zu enge zu seyn. Dessentwegen übergehe ich hier auch die Schäfferischen Versuche (a).

Von den elektrischen Versuchen mit den Verstärkungsgläsern.

§. 357.

Man hat zwo Arten von Verstärkungsgläsern: die **Verstärkungsflasche** (Lagena armata), und das **Quadrat des Franklin.** Die erstere ist eine gläserne Flasche, die an der innern und äußern Fläche, jedoch nicht allerdings bis an den Rand hin, mit Metall z. B. mit Flittergolde überzogen wird, und in die man ein blechernes Rohr stellt, welches mit dem an der innern Fläche überzogenen Metalle, oder der sogenannten innern Armatur communicirt, und an dem einen Ende die geriebene Kugel (§. 352.) berühret. Wenn man will, so kann man den übrigen leeren Raum in der Flasche mit Eisenfeilspänen u. dgl. ausfüllen, und oben Pech darauf gießen. Ohne eine Ueberklei-

dung

(a) Jac. Christ. Schäffers Versuche mit dem beständigen Elektricitätsträger. Regensburg 1777.

bung des Glases nöthig zu haben, kann man es auch mit Wasser bis an die Helfte einfüllen, und statt des blechernen Rohres, einen Drat, durch den Stöpsel, mit dem man die Flasche schließet, bis in das Wasser hingehen lassen. **Das Quadrat des Franklin** ist eine Glasplatte, die auf beyden Seiten mit Metall, Goldpapier ꝛc. überkleidet ist, doch so, daß der Rand ringsherum etwa einen Zoll breit leer bleibe. Wie man oben das blecherne Rohr in die Flasche stellt, und es mit der innern Armatur communiciren läßt, so läßt man hier einen Drat mit der obern Fläche der Glasplatte communiciren, und hängt ihn am andern Ende an den symperielektrischen Körper, welcher die geriebene Kugel unmittelbar berühret. Man sieht also hier eine vollkommene Aehnlichkeit der beyden Arten von Verstärkungsgläsern, und es wird eben nicht beschwerlich seyn, die Versuche, die man mit dem einen anstellet, auch auf das andere anzuwenden. Wir werden uns in den Versuchen beständig der Verstärkungsflasche bedienen.

§. 358.

Versuche und Beobachtungen mit der Verstärkungsflasche, I. Wenn sie nicht isolirt ist, 1.) Berührt man die innere Fläche des Glases, oder das mit ihr communicirende blecherne Rohr allein, so nimmt man daran alles wahr, was sich an jedem elektrisirten Körper beobachten läßt (§. 352.). 2.) Berührt man hingegen die äußere Fläche alleine, so zeigt sich nicht die geringste Aenderung. 3.) Geschieht die Berührung an beyden Flächen zugleich, so erhält man nach Verschiedenheit der Ladung einen Funken mit einem heftigen Knalle begleitet. 4.) Berühren

wir

wir sie mit der Hand, oder einem andern Theile unsers Körpers: so empfinden wir eine heftige Erschütterung, sonderbar an den Gelenken. 5.) Diese Erschütterung geht durch eine ganze Reihe Menschen hin, die sich entweders unmittelbar mit der Hand, oder durch einen sympierielektrischen Körper verbinden, und wovon die beyden äußersten der eine die innere, der andere aber die äußere Fläche berührt. 6.) Indem diese Entladung vorgeht, so fällt das Elektrometron (etwa ein Büschelchen Glasfedern) an der innern Fläche zusammen, und ein anders an der äußern Fläche dehnt sich aus, fällt aber eben so bald wieder zusammen. II. Ist aber die Flasche selbst isolirt, so dehnt sich 1.) das Elektrometron sowohl an der innern, als an der äußern Fläche aus. 2.) So äußern sich auch an beyden Flächen die Zeichen der Elektricität, obgleich ziemlich schwach. 3.) Auch die Erschütterung ist lange nicht so mächtig, als vorhin, wenn man beyde Flächen zugleich berühret.

Folgesätze. I. Wenn die Flasche durch das Reiben der gläsernen Kugel mit elektrischer Materie beladen wird, so muß sich auch eben so eine Materie **um die äußere Fläche** ergießen; denn die Zeichen der Electricität auch an der äußern Fläche (Beob. II.) verrathen eine Atmosphäre, die ohne Materie nicht entstehen kann.

II. Die in der innern Fläche angehäufte Materie kann durch das Glas, als durch einen ideoelektrischen Körper nicht heraus dringen, um in der äußern Fläche eine Atmosphäre zu machen: folglich muß sie aus der äußern Fläche selbst heraustretten, und die **Glastheilchen**, aus denen sie tritt, **müssen von einer Materie beraubt wer-**

werden, mit der sie im natürlichen Zustande begabt sind.

III. Zu diesem Austretten trägt ohne Zweifel vieles die äußere Armatur des Glases bey, weil sie die Materie stark anziehet, und 2.) der Druck der in der Flasche angehäuften und zusammengedrückten Materie; denn nur dort verbreitet sich von außen eine Atmosphäre, wenn die Materie innenher gehäufet wird.

* Aber wie soll dieser Druck das Austretten der Materie bewirken? Hierüber sind die Meynungen der Physiker sehr verschieden; mir will keine genug thun. Ganz neu ist jene des H. Joh. Nep. Fischer Mitgliedes der Churfürstlichen Akademie der Wissenschaften in München, die er mir in einer noch nicht gedruckten Abhandlung mitgetheilet hat. Er glaubet, die höchst elastische Materie, weil sie wegen ihrer Anhäufung in der Flasche sehr gedrückt ist, dringe auf der innern Fläche des Glases in die kleinen Oeffnungen, und erweitere dieselben; aber eben darum drücke sie die Glastheilchen der andern Seite zusammen, und so müßte die Materie aus den Zwischenräumen derselben austretten, und eine Atmosphäre gestalten. Aber könnte man wohl nicht mit mehrerer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Theilchen der in der innern Fläche gehäuften Materie in einer zitternden oder schwingungsförmigen Bewegung seyn, in der sie schon aus der geriebenen Kugel kommen, daß sie sich folglich nicht nur in die Zwischenräume der innern Fläche eindringen, sondern auch die Glastheilchen und elastischen Fibern in eine igleiche Bewegung versetzen,

und

und daß durch diese die elektrische Materie auf der andern Seite ausgeworfen werde? Könnte diese Bewegung der elektrischen Materie in den Glastheilchen nicht eben das bewirken, was man sonst durch das Reiben erhält?

§. 359.

Die innere Seite des Glases, wo die Materie angehäufet wird, nennt man die **positiv elektrische**, die äußere aber, welche von einer Materie beraubt wird, die ihr im natürlichen Zustande eigen ist, heißt die **negativ elektrische**.

IV. Wenn die **Verstärkungsflasche nicht isolirt ist**, so läßt sich an der äußern Armatur des Glases keine Atmosphäre wahrnehmen, ob selbe gleich wegen dem beständigen Austretten der Materie negativ elektrisch wird; denn die ausgetriebene Materie wird sich sogleich den umstehenden symperielektrischen Körpern mittheilen, und keine Atmosphäre um die äußere Fläche bilden, folglich ꝛc.

V. Im Gegentheile ist die Atmosphäre, die sich um die isolirte äußere Fläche ausbreitet, die Ursache, warum sich die Zeichen der Elektricität auch an der innern Fläche weit schwächer zeigen, wenn die Flasche isolirt ist; denn diese Atmosphäre widersteht dem fernern Austretten, und bewirkt, daß die Materie nach der innern Fläche eben so ausgeworfen wird, wie nach der äußern; eben dieses aber hindert das fernere Eindringen, und die Anhäufung der Materie auf der innern Seite.

VI. **Wenn man die negativ, und positiv elektrische Seite zugleich berühret, daß also diese mit jener eine Communica-**

tion

tion erhält: so muß die elektrische Materie von der positiven Seite sehr schnell, durch den berührenden Körper zur negativen hinfahren. Durch die Berührung der innern Fläche geht ein Theil der Materie in den berührenden Körper über, und eben darum muß in die negativ elektrische Fläche eine Materie von der äußern Armatur (d. i. vom umgebenden Metalle) und in die äußere Armatur wieder eine andere von dem berührenden Körper übertretten; weil durch diese Abführung der elektrischen Materie nicht nur die Ursache des Austrettens aus der äußern Fläche (d. i. der Druck der angehäuften Materie vorg. §. III.) gehoben wird, sondern auch die Materie von der äußern Armatur, die doch selbst nur im natürlichen Zustande ist, nach den Gesetzen des Gleichgewichtes in die negative Fläche übergehen muß. Ist aber dieß: so muß die elektrische Materie von der innern Fläche weit mehr nach dieser, als nach einer andern Richtung getrieben, und sehr geschwind bewegt werden.

VII. Eben diese sehr schnelle Bewegung der Materie aber ist die hinlängliche Ursache der Erschütterung (s. vorg. I. 4.); denn stößt die Materie mit größter Geschwindigkeit auf einen empfindlichen Theil des Körpers, auf die Nerven bey den Gelenken: so muß nothwendig eine Empfindung folgen, die mit der Heftigkeit des Stosses im Verhältnisse stehet.

VIII. Die Stärke der Erschütterung hängt von der Menge der angehäuften Materie ab; denn je größer diese ist, um so heftiger muß der Aufstoß und die Geschwindigkeit derselben seyn. Man sieht es also leicht ein, warum

warum die Erschütterung schwächer ist, wenn man die Flasche isolirt (V.).

IX. Die Erschütterung folgt nicht, wenn man nicht die äußere und die innere Fläche zugleich berühret; dieß erhellt aus der ganzen Erklärung (Folges. VI.).

* Hieraus erklärt man nun 1.) warum die Erschütterung die ganze Reihe durchgieng; denn die Materie durchläuft den ganzen Weg mit eben der Geschwindigkeit, mit der sie durch einen einzigen Menschen gefahren wäre. 2.) Warum der Stoß augenblicklich zu seyn scheinet; es läßt sich nämlich bey so einer großen Geschwindigkeit kein Zwischenraum unterscheiden. 3.) Warum die Materie, wenn alles übrige gleich ist, den kürzesten Weg nimmt. 4.) Warum sie nichts desloweniger durch das Metall in Umwegen läuft z. B. durch den Drat, der um einen Finger gewunden ist, ohne den Finger zu berühren. 5.) Wie die Wirkungen der Elektricität auch mittelbar durch ein im Wege stehendes Glas z. B. durch eine gläserne Glocke geschehen müssen, ob gleich die Atmosphäre nicht durch das Glas dringet. 6.) Wie man durch mehrere Verstärkungsgläser die elektrische Kraft ungemein verstärken könne. 7.) Wie auf solche Weise ein zuvor erwärmter Geist, Hexenmehl, Schießpulver ꝛc. entzündet. 8.) Wie ein Drat von Meßing, Silber ꝛc. geschmolzen, und 9.) auch ziemlich feste Körper von der elektrischen Materie durchlöchert werden. Letztens endlich, wie die elektrische Fuge, welche gleichfalls H. Frid. Groß der erste, wenigstens mit den Glöckchen, entdeckt hat, zu erklären sey. Man verbindet nämlich eine Reihe Glöckchen

mit der innern, und eine Reihe mit der äußern Fläche. Wenn nun die Flasche geladen ist, und alsdann isolirt wird, so schweigen die mit der innern Fläche communicirenden Glöckchen, sobald man diese Fläche z. B. mit einem Drate berühret, und es ertönet ohne weiters die mit der äußern Fläche verbundene Reihe. Berührt man hinwieder die äußere Fläche, so schweigen auch ihre Glöckchen: und die innern fangen zu tönen an, und so kann man diese Abwechslung bis auf 100 male erhalten.

** H. Abbt Nollet erklärt die Erschütterung durch einen doppelten elektrischen Strom, und will, daß sowohl die äußere, als die innere Fläche positiv elektrisch sey, daß die Materie bey der Berührung beyder Flächen geneinander fließe, und indem sich diese zween Ströme schnell begegnen, und zusammenstossen, die Erschütterung bewirke. Mir scheint diese Hypothese nebst vielen andern Gründen auch darum nicht zu bestehen, weil bey derselben ganz gewiß auch die Erschütterung folgen müßte, wenn ich von zwo geladenen Lagenen A und B von A die innere, von B aber die äußere Fläche berührte, dem doch die Erfahrung widerspricht.

Von den elektrischen Versuchen mit harzichten oder sulphurischen Körpern.

§. 360.

Zween durch Glas elektrisirte Körper werden sich einander allemal zurückstossen; hingegen ein sulphurischer Körper, den man durch Reiben elektrisirt, oder auch ein anderer, dem die Elektricität von dem sulphurischen mitgetheilet wird, ziehet die Körper an, welche durch das Glas elektrisirt sind. 2.) Läßt man einen dritten Körper mit zweenen andern communicie-

niciren, wovon der eine durch Glas, der andere aber durch Harz elektrisirt ist, so kann man davon kein einziges Zeichen der Elektricität erhalten, obschon sich diese Zeichen bey jedem der beyden andern Körpern insonderheit äußern. 3.) Die Zeichen der Harzelektricität erscheinen an dem Schwefel, Wachse, Bernstein, Sigellack, Papiere, und an der Seide, Leinwat u. s. w. 4.) Auch das Glas scheint die Harzelektricität zu bekommen, wenn die Oberfläche desselben sehr rauh gemacht wird. 5.) Ist der Reibzeug bey der Glaselektricität isolirt, so hat diese mit der Harzelektricität beynahe eine vollkommene Aehnlichkeit.

§. 361.

Folgesätze. I. **Harzelectricität ist von jener des Glases völlig unterschieden,** und die Wirkungen von beyden scheinen sich entgegengesetzt zu seyn.

II. **Wenn der Reibzeug, auf dem man das Glas elektrisiret, isolirt ist: so ist es sehr wahrscheinlich, daß dieses negativ elektrisch werde;** denn die Zerschiedenheit, die dazwischen kömmt, wenn der Reibzeug isolirt ist, und wenn er es nicht ist, besteht nur darinn, daß im ersten Falle keine Materie zufließen kann; da nun dessen ungeachtet immer Materie von dem Glase durch das Reiben ausgetrieben wird, so muß der Abgang derselben bis unter den natürlichen Zustand ganz nothwendig folgen, und das geriebene Glas negativ elektrisch werden.

III. **Wir dürfen also ein ähnliches auch von der sulphurischen Elektricität behaupten, daß nämlich sowohl der geriebene**

sulphurische, als der andere mit ihm communicirende Körper negativ elektrisch werde; denn die Harzelektricität bringt die nämlichen Wirkungen hervor, die wir an der Glaselektricität bey isolirten Reibzeuge wahrnehmen.

IV. Es lassen sich auch alle Erscheinungen (§. vorg. n. 1. 2.) aus diesem Grunde ohne Beschwerniß erklären. Denn hier gilt alles, was ich schon oben (§. 356. Anm. 1.) angemerkt habe.

* Allein es kömmt erst noch die Frage zu entscheiden wie es möglich sey, daß der geriebene sulphurische Körper negativ elektrisch werde; und eben davon läßt sich gar nichts richtiges angeben. Ich vermuthe die harzichten Körpertheile werden in eine größere Bewegung versetzt, und werfen die Theilchen, welche die Atmosphäre bilden sollten, mit mehrerer Heftigkeit, und eben darum in eine zu große Entfernung aus, so, daß selbe nothwendig nach allen Richtungen zerstreuet werden, wodurch es dann geschieht, daß der Körper seiner Materie sehr beraubt, und in den negativen Zustand versetzet wird. Diese Vermuthung gründet sich auf die 4te Erfahrung (§. vorg.); weil auch die Theile eines rauhen Glases heftiger bewegt werden, und die Materie weiter von sich werfen müssen; es läßt sich auch hier kein anderer Unterschied angeben, weßwegen sich keine Atmosphäre um das rauhe Glas erhalten sollte, als diese Bewegung: folglich muß man ihr auch die Zerschiedenheit der Wirkungen zuschreiben.

* * Wie die rauhe Glasoberfläche, und die sulphurischen Körper durch das Reiben, eben so scheint mir der Aschenträger oder Turmelin (es ist dieß ein seltenes Edelgestein von brauner Farbe, das man auf der Insel Ceylon findet) durch die Erhitzung, besonders, wenn diese

im siedenden Wasser geschieht, seine Materie zu verlieren, und negativ elektrisch zu werden; daß er also die sulphurische Elektricität erhält. 2.) Wenn die Erschütterung, welche die Zitteraale (Gymnotus electricus) und der Zitterfisch (Raia torpedo) bewirket, in der That eine elektrische Wirkung ist; so kömmt es mir wahrscheinlicher vor, daß diese Fische negativ elektrisch seyn; denn wie sollte sich um einen Körper, der beständig mit einem gewiß symperielektrischen Körper, dem Wasser, umgeben ist, eine elektrische Atmosphäre denken lassen? Ich meinestheils will diese Wirkungen noch immer mit H. von Reaumour (a) lieber einer überaus großen Federkraft, die sich in einigen Theilen dieser Fische befindet, zuschreiben; denn diese Meinung wird sehr dadurch bestättiget, 1.) daß man die Erschütterung nur so lange verspüret, als der Fisch kräftig und frisch ist, 2.) daß der Bau des Fisches vollkommen damit übereinstimmet; indem man auf genaue Untersuchungen alle Hilfsmittel der stärksten Federkraft entdecket hat. 3.) Daß Reaumour, wenigstens bey dem Zitterfische, auch in der kleinsten Entfernung niemal, als nur bey der wirklichen Berührung eine Erschütterung bemerken konnte.

*** Was ich hier ins Kürze zusammengedrängt und nach meinen Grundsätzen erkläret habe, das läßt sich weitläuftiger in folgenden Schriften finden.

1. Nollets Versuch einer Abhandlung über die Elektricität der Körper. Erfurth 1749.
2. H. Benj. Franklins Briefe von der Elektricität, mit Anmerk. von Joh. Karl Wilke. Leipzig 1758.
3. Experiences sur l'Electricité par Mr. Jallabert, a Paris 1749.

4. Jo.

(a) Des Effets, que produit le poisson, appellè Torbill. Mem. de l'Acad. des Sciences. 1714.

4. Jo. Alb. Euleri disquisitio de caussa physica Electricitatis welche Schrift von der Akademie der Wissenschaften zu Petersburg mit dem Preise gekrönet wurde 1755.
5. Lettere dell' Electricismo di Giov. Batt. Beccaria Bologn. 1758.
6. Jos. Priestley Geschichte, und gegenwärtiger Zustand der Elektricität nebst eigenthümlichen Versuchen, übersetzt von Georg Krunitz. Berlin 1772.

II. Von der natürlichen Elektricität in der Atmosphäre.

§. 362.

Versuche und Beob. I. Wenn man über dem erhabensten Theile eines Gebäudes eine eiserne Stange aufrichtet, und sie durch einen idoelektrischen Körper absöndert, oder mit einem andern abgesönderten verbindet: so nimmt man an derselben alle Zeichen der Electricität wahr, als oft sich selber eine Wetterwolke nähert (a). 2.) Eben diese Zeichen beobachtet man auch an einem Drate, der von einem in die Wetterwolke erhobenen papierenen Drachen, oder einem losgebrannten Rakete (b) auf die Erde herunter hanget. II. Die Wirkungen des Blitzes kommen mit jenen einer entladenen Verstärkungsflasche vollkommen übereins, ich verstehe, daß sich die Materie, welche den Wetterstral ausmacht, in die Metalle begierig ergeußt, 2.) dieselben, besonders an dünnern Orten, schmelze (§. 359. Anm. n. 8.). 3.) Körper, durch die sie fährt, durchlöchere (ebendas. n. 9.), 4.) Thiere erschüttere, betäube, tödte ꝛc.

* Diese

(a) Mem. de l'Acad. a. 1752. Nollet lettres sur l'Electr.
(b) Beccaria dell' Electr. Atmos. Lett. 8.

* Diese und noch mehrere dergleichen Versuche sind sehr richtig und ausführlich in der Abhandlung von den Eigenschaften des Donners von H. Mako, und in der Abhandlung vom Magnetismus der natürlichen Electricität von H. Epp gesammelt.

I. **Es giebt also elektrisirte Wolken**, und es läßt sich daran so wenig zweifeln, als daß einerley Wirkungen von einerley Ursachen entspringen. Und hieraus ist es leicht zu begreifen, warum bey dem **Entstehen des Blitzes** eben das vorgehe, was bey der Entladung einer Lagene vorgeht.

II. Der Donner, der Blitz, seine Entzündung und seine Wirkungen müssen auf die nämliche Weise erkläret werden, wie wir oben die Flamme, das Prasseln (§. 356.), die Erschütterung, die Betäubung (§. 359. VII. VIII.), Durchlöcherung, Entzündung ꝛc. (§. 359. Anm.) durch die Verstärkungsflasche erkläret haben.

III. Da die elektrische Materie vorzüglich in die Metalle dringet, und nach der Richtung eben dieser Körper fortbeweget wird, so hat man **Grund zum Wetterableitern** gefunden.

* Wie diese Wetterableiter zu verfertigen seyn, und wie wenig man hier auf Vorurtheile zu achten habe, dieß behalte ich mir mündlich zu erklären vor. Andere Leser darf ich hier immer auf die schon angezogenen Abhandlungen des H. Mako, und des H. Fr. Xav. Epp anweisen, um alle Weitläuftigkeiten zu vermeiden.

* * Aber wie werden die Wolken elektrisirt? — gewiß nicht durch das Reiben allein. Denn wäre dieses; müßten sie zur Winterszeit eben so, wie im Sommer

mer elektrisirt werden. Mir ist es immer wahrscheinlicher: daß dieses meistentheils durch die Wärme (§§. 351. I. 361. Anm.), und etwa auch durch eine Gährung geschehe, da die Wolke von den Sonnenstralen, und auch von der Erde erwärmet wird, und sich in selber sonderbar bey warmen Wetter verschiedene Dünste sammeln. Auf diese Weise aber müßten im Sommer fast alle Wolken elektrisirt werden? Ja, wenn die also beschaffene, und erwärmte Wolke von andern symperielektrischen, und nicht elektrisirten Wolken abgesöndert wären. Da aber der ganze Himmel mit Wolken überzogen ist, oder von der elektrisirten an, bis auf die Erde häufige Wasserdünste sind, muß die Materie, die eine elektrische Atmosphäre machen sollte, den übrigen, und auch der Erde durch häufige Dünste, oder etwa durch den Regen, den die Wolke anderstwo fallen läßt, mitgetheilet und also verstreuet werden.

III. Von einigen andern Feuererscheinungen in der Atmosphäre.

§. 363.

Beobachtungen. Es lassen sich in der Höhe nicht selten ungewöhnliche feurige Körper sehen, die manchesmal die scheinbare Größe des Mondes haben. 2.) Man sieht sie nur in einer gewissen Gegend, und nie an mehrern entlegenen Orten zugleich. 3.) Um sich her verbreiten sie einen Schwefelgeruch. 4.) Bald erscheinen sie ohne Bewegung, bald werden sie nach verschiedenen Richtungen hingetrieben. 5.) Einige zerbersten noch in der Höhe mit großem Getöse. 6.) Sie haben verschiedene Figuren, weßwegen man sie bald **feurige Kugeln, Pyramiden** ꝛc. bald **fliegende Drachen, hüpfende Geißen** ꝛc. nennet.

I. Diese Körper schweben in der Atmosphäre (2), und sind von schweflichter Art (3); man kann sie nicht für Wirkungen einer Elektricität ansehen; denn sie haben mit diesen zu wenig gemein.

II. Es wird also sehr wahrscheinlich, daß sie **brennliche** und **schweflichte Dünste** seyn, die aus der Erde hervortretten, sich in der Luft vereinigen, und durch eine Gährung entzündet werden (§. 245. II. 3. §. 269. I.).

III. Die **Bewegung** kann ihnen entweders von der Luft mitgetheilet werden, 2.) oder sie können den Grund derselben in sich selbst enthalten, wenn sie durch die Heftigkeit des Feuers specifisch leichter, denn die Luft werden: oder wenn ihre Materie von einer Seite entzündet, und die nächste Luft schnell ausgedehnt wird, welche sodann von der Atmosphäre größern Widerstand findet, als von den übrigen Theilen des beweglichen Körpers. In beyden Fällen müssen Bewegungen nach zerschiedenen Richtungen entstehen. Für ein Beyspiel mag uns die Bewegung eines Raketes dienen.

IV. Das **Zerbersten** so eines entzündeten Klumpens ist eine Folge der Gährung, die von innen beständig anwächst, und die äußere Rinde der Materie zerreißet. Geschieht dieß mit einer größern Gewalt, und Schnelle, so vernehmen wir auch ein Getöse bey dem Zerbersten, wie wir es weiter unten deutlicher einsehen werden.

V. Da die sogenannten **fallenden Sterne** von diesen größern und seltnern Körpern durch nichts, als blos durch die Größe unterschieden sind, so hat ihr **Entstehen, Leuchten, Bewegen** ꝛc. mit diesen die nämliche Erklärung.

§. 364.

Die **Irrlichter** (ignes fatui) befinden sich in der untern Atmosphäre, näher bey der Erde. 2.) Sie werden bald hin und her bewegt, bald erhalten sie sich mehrere Stunden an dem nämlichen Orte. 3.) Man hat Erfahrungen, daß sie Strohdächer in Flammen gesetzet haben, als sie auf dieselben aufgestossen sind (*a*).

I. Es läßt sich nicht zweifeln, daß die Irrlichter, wo nicht allemal; doch öfters, ein wahres Feuer seyn (n. 3.), und durch die Entzündung eines brennlichen Wesens wie die Feuerkugeln in der höhern Atmosphäre, entstehen (§. vorg. II.).

II. Es mag aber wohl auch seyn, daß oft nur ein Schwarm leuchtender Insekten, welche bald höher, bald tiefer, und nach zerschiedenen Richtungen, doch allemal versammelt hin und her fliegen, so ein Irrlicht ausmache (*b*).

* Daß die an den Rudern der Schiffe erscheinenden Lichter nichts anders, als dergleichen Thierchen sind, darüber führt Muschenbroeck das Zeugniß der Schifleute an, welche kleine Fischgen gefangen, und erfahren haben, daß sie so lange leuchten, als sie leben. Jene Flammen aber, welche an den äußersten Enden der Mastbäume erscheinen, bestehen ohne Zweifel aus einer elektrischen Materie, weil man sie nur alsdann beobachtet, wann sich elektrische Wetterwolken über dem Schiffe befinden (*c*).

** Die Wirkungen einer Flamme welche sich unter der Erde, z. B. bey feuerspeyenden Bergen ꝛc. entzündet, werde ich hernach erklären, wenn wir uns mit der Luft ein bischen näher bekannt gemacht haben.

II. Ab-

(*a*) Muschenbroeck Instit. phys. §. 1643.

(*b*) Genauere Nachrichten von Irrlichtern sind zu finden in der Geschichte der Optik des H. Jos. Priestley 2. Th. 9. Abschn.

(*c*) Mako von den Eigenschaften des Donners. 1. Th. §. 24.

II. Abschnitt.

Von der Luft.

Da wir beständig mit durchsichtiger Luft umgeben sind, so darf es uns nicht wundern, daß wir sie nicht sehen können; indessen überzeugen uns doch von ihrem Daseyn tausend andere Wirkungen, die wir ihr nothwendig zuschreiben müssen. Wir athmen sie ein, und hauchen sie wieder aus: wir beobachten, daß sich auf ihre Bewegung nicht nur leichte Körper, sondern die größten Bäume ꝛc. bewegen; Wälder und Gebäude einstürzen, Schiffe mit den schwersten Lasten auf dem Meere fortgetrieben werden, u. s. f. Einige dieser Wirkungen erfährt man an allen Orten, und noch zuhöchst auf den Bergen, weit über den Wolken; die Luft muß also den Erdball rings, und zwar in einer ziemlichen Höhe, umgeben. In soweit sie nun um die Erde ausgegossen, und mit vielen fremden Theilen (die wir **Dünste** nennen) angefüllet ist, in soweit macht sie die **Atmosphäre**, oder den **Dunstkreis** aus. Um ihre vorzügliche Wirkungen genauer zu untersuchen, und auf den hinreichenden Grund derselben zu dringen, müssen wir vorher einige Eigenschaften der Luft überhaupt kennen lernen.

I. Kapitel.

Von den Eigenschaften der Luft überhaupt.

§. 365.

Versuche. Wenn man eine Blase, die mit Luft angefüllt, und wohl geschlossen ist, zusammendrücket, so empfindet man einen um so größern Widerstand, je mehr die

Luft

Luft in der Blase gedrängt ist. Die Blase aber selbst erhält nach dem Drucke jedesmal ihre vorige Figur wieder zurück. 2.) Ist die Blase eben nicht so sehr angefüllt, jedoch wohl geschlossen, und bringt man sie an einen warmen Ort; so dehnt sie sich mit großer Gewalt aus. 3.) Wenn man ein Gefäß, z. B. eine hohle Sphäre, die mit einer kleinen Oeffnung versehen ist, mittels einer Pipe schließet, sie auf einen hohen Berg trägt, und alldort eröffnet: so dringt die Luft mit einem Sausen heraus, und wirft einen leichten Körper, z. B. eine Erde, die man auf den Rand der Oeffnung hinlegt, davon hinweg. 4. Schließt man aber das Gefäß auf dem Berge, und spannt ein Häutchen, oder ein Papier über die Oeffnung, so werden diese Körper einwärts gebogen, sobald man das Gefäß in die Tiefe hinabbringet. 5.) Die kleinen Luftbläschen, die etwa in einem flüßigen Körper zerstreut vorhanden sind, vereinigen sich nach und nach in eine größere Blase: und dieß läßt sich auf der Oberfläche sowohl als unter derselben beobachten.

I. **Die Luft hat eine Federkraft**, durch die sie sich stäts auszudehnen bestrebt (Vers. n. 1. 3.).

II. Dieses Bestreben wächst mit ihrer **Dichtigkeit** (n. 1.), und mit ihrer **Wärme** (n. 2.): es ist auch an niedern Orten größer, als in der Höhe (n. 4.).

* H. Bouguer (*a*) hat durch sehr genaue Versuche entdeckt, daß der Druck der Luft zwar in keinem bestimmten Verhältnisse, aber doch überhaupt mit der Höhe derselben abnehme.

III. **Die Lufttheilchen haben unter sich einen, obgleich sehr schwachen Zusammenhang.**

(*a*) L'Acad. des sciens a Paris 1753.

hang. Das erste folgt aus n. 5. und das zweyte beweißt die kleine Kraft, mit der die Luft von einem bewegten Körper getheilet wird.

IV. **Die Luft ist ein flüßiger Körper;** denn der geringe Grad des Zusammenhanges giebt uns die Flüßigkeit zu erkennen (§. 57.).

§. 366.

Die Luft ist auch schwer; denn sie ist ein Körper, weil sie auf unsre Sinne wirkt; nun ist die Schwere eine allgemeine Eigenschaft der Körper, folglich ꝛc. Ferner steht der Druck der Luft mit der Höhe in einigem Verhältnisse (vorg. §. II. Anm.); welches nur durch die Schwere erklärt werden kann (§. 201. 202.).

* Schwere, Federkraft, und die anziehenden Kräfte in ganz kleinen Abständen machen nun die hinlängliche Ursachen aller Wirkungen, und Meteoren aus, die wir in der Luft beobachten; ich werde also diese Eigenschaften insonderheit, und die dazugehörigen Beobachtungen in so vielen Kapiteln untersuchen. Nur müssen wir uns vorher einen Begriff von der Luftpumpe verschaffen.

§. 367.

Die Luftpumpe, so, wie sie **Otto Querick** in Mitte des 17ten Jahrhunderts erfunden hat, war noch sehr unvollkommen, und ist von **H. Boyle** merklich verbessert worden, weßwegen man ihn auch den Erfinder derselben, und den durch diese Maschiene von Luft geleerten Raum, das **Boyleische Leere** (Vacuum Boyleianum) nennet. Zur Vervollkommnerung der Luftpumpe haben auch **Hugen**, **Nol=**

Nollet, und Leupold sehr vieles beygetragen. Die XXXV. Figur Tab. IV. stellt die Luftpumpe des Nollets vor. ABCD ist ein großer, hohler, durchaus gleichgebohrter, und wohlpolirter Zylinder, welcher oben durch einen engen Hals in o eine Oeffnung hat, die durch den Hahn LK nach Belieben geschlossen, oder geöffnet werden kann. Eben dieser Hahn LK hat auch noch eine andere schiefe Oeffnung seitwärts in L, durch welche die Luft aus dem Zylinder tretten kann, indeß die andere Oeffnung in o geschlossen ist. mn ist eine runde metallene Platte, auf welche man eine gläserne Glocke über die Oeffnung o stellet. In dem Zylinder befindet sich ein Stempel E, welcher ihn vollkommen ausfüllt, und sich auf und ab bewegen läßt. Anstatt des Hahnes bedient man sich nach einigen neuern Verbesserungen der Ventilen, die sich selbst schließen und öffnen, und deßwegen die Versuche merklich erleichtern. H. Prof. Helfenzrieder hat an der Nolletischen eine Fuhrmannswinde, und so, daß sich der Hahn selbst öffnet, und schließet, nebst andern Verbesserungen sehr vortheilhaft angebracht.

I. Wird nun der Stempel E bis BD heruntergezogen, und ist durch die Gläserne Glocke alle Communication mit der äußern Luft aufgehoben worden: so muß sich die Luft, welche vorher die Glocke ausfüllte, **durch den ganzen Zylinder ausbreiten**, und **nach dem Verhältnisse eben dieses Zylinders verdünnert werden** (§. 365. I.).

II. **Die Glocke selbst muß sogleich auf die runde Platte sehr fest hingedruckt werden**; denn die inwendig verdünnerte Luft drückt jetzt minder, als die äußere, welche noch immer in ihrem vorigen Zustande ist.

III. Wenn

III. Wenn man nun durch eine Wendung des Hahnes die Oeffnung o schließt, die andere aber in L eröffnet, und den Stempel wieder aufwärts in seine vorige Lage ziehet, so muß auch die **Luft**, die sich von der Glocke in den Zylinder verbreitet hatte, **durch die Oeffnung L ausgetrieben werden.**

IV. Schließt man die Oeffnung L, daß die Communication des Zylinders mit der Glocke wieder hergestellt wird, und zieht man den Stempel wieder abwärts gegen BD: so muß die **Luft** das **zweytemal**, und so, wenn man öfters auf gleiche Weise fortfährt, das **dritte und viertemal immer mehr und mehr verdünnert werden.**

V. **Dahin wird man es aber doch niemal bringen können, daß man die Luft gänzlich auspumpe;** denn die Verdünnerung geschieht nur durch die elastische Ausdehnung der Luft.

VI. **Das wiederhollte Herabziehen des Stempels erfordert immer größere Kräfte;** weil der Druck der äußern Luft den Druck der im Zylinder beständig verdünnerten immer mehr und mehr übertrift. Daher kömmt es auch, daß der Stempel sich selbst überlassen, wieder in den Zylinder hineingerissen wird.

II. Kapitel.

Von den Wirkungen der Luft in soweit, sie schwer ist.

Die Schwere der Luft äußert ihre Wirkungen hauptsächlich 1.) in dem **Torrizellianischen Röhrchen,**

oder

oder dem sogenannten Barometron: 2.) in dem Gebrauche der Heber (Syphonum), 3.) und noch andern Wassermaschinen. Wir wollen das Nöthige von jedem untersuchen.

I. Von dem Torrizellianischen Röhrchen.

§. 368.

Versuche. Man nimmt ein kleines beyläufig drey Schuhe langes, gläsernes Röhrchen, und verbindet die obere Oeffnung desselben mit der Luftpumpe, die untere aber taucht man in Merkurius; sobald man die Luft davon auspumpet, so fängt der Merkurius an, durch die untere Oeffnung in das Röhrchen aufzusteigen, und dieses zwar mit jedem neuen Zuge des Stempels immer mehr und mehr, obgleich in keinem ordentlichen Verhältnisse. 2.) Füllt man ein anders bey der einen Oeffnung geschlossenes Röhrchen ganz mit Merkurius an, und senkt es bey der andern Oeffnung behutsam in ein Gefäß, worinn sich ebenfalls eine kleine Portion Merkurius befindet: so wird der Merkurius in dem Röhrchen von seiner Höhe ziemlich weit und schnell herabsinken, jedoch gleich wieder aufsteigen, wieder sinken ꝛc. und auf mehrere dergleichen Schwingungen zuletzt (nach Beschaffenheit des Ortes, und der Witterung) in unsern Gegenden etwa in einer Höhe von 25—28 Zollen ruhig stehen. 3.) In eben diese Höhe wird der Merkurius von einem mit ihm communicirenden Wasser gedrückt, das die Höhe von 32 Schuhen hat.

I. Gleichwie die Luft (Vers. 1.) in dem Röhrchen, bevor man sie ausgesogen hat, so stark auf den Merkurius, in wel-

welchen das Röhrchen getaucht ward, drückte, als die Luft außer dem Röhrchen; eben so muß nach dem Auspumpen der Druck der äußern Luft auf eben diesen Merkurius jenen der innern übertreffen, je mehrere Suctionen man vornimmt; denn **der Druck der innern Luft muß mit ihrer Verdünnerung und Ausdehnung stäts abnehmen, da die äußere Luft in ihrem natürlichen und vorigen Zustande verbleibt.**

II. Der von der äußern Luft so **gedrückte Merkurius also muß bey jedem neuen Zuge der Luftpumpe** so lange **erhöhet werden,** bis seine Schwere dem Uebermaße des Druckes von der äußern, über jenen von der innern Luft gleich kömmt. Das Gleichgewicht aber mit der äußern Luft wird durch den Merkurius, und durch die innere Luft zugleich erhalten.

III. Man wird den Merkurius mittels der Luftpumpe nie zu derjenigen Höhe bringen, wo seine Schwere dem ganzen Drucke der äußern Luft gleich wäre; weil man niemal alle Luft aus dem Röhrchen schaffen kann (§. vorg. V.).

IV. Bey dem zweyten Versuche hingegen erhält man einen vollkommen luftleeren Raum; folglich muß die Höhe des Merkurius hier größer seyn, denn vorhin, wo man die Luft nur verdünnern konnte: und **der Druck desselben hält dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht.** Die wiederholten Schwingungen sind Folgen der Beschleunigten Bewegung (§. 152. II. §. 225.), und die Ruhe ist vor der Herstellung des Gleichgewichtes zwischen Luft und Merkurius nicht wohl möglich.

V. Da nun das Wasser den Merkurius eben in die Höhe drückt (wenn es 32 Schuhe hoch ist), in welche ihn die Luft erhebt (Vers. n. 3.); so folgt es ganz richtig, daß die **Luft dem 32 Schuhe hohen Wasser das Gleichgewicht halte.**

VI. **Die Erhöhung des Merkurius geschieht** nicht durch das elastische Bestreben der Luft, sich auszudehnen: sondern **blos durch den Druck der Schwere;** denn es müßte der Merkurius erhöhet werden, im Falle, daß die Luft auch nicht elastisch wäre, indem der Druck der Schwere zureichend ist (V.). Und sodann ist das elastische Bestreben der Luft, so wie ein ferneres Zusammendrücken derselben vor der Erhöhung des Merkurius so wenig, als ein größerer Widerstand des Merkurius gegen die Luft möglich, und nur mit der Erhöhung wächst der Widerstand, und das Zusammendrücken; nach jedesmaliger Erhöhung aber verhält sich das Zusammendrücken gerade wie der Widerstand des Merkurius, und kann folglich zur Erhöhung nichts beytragen.

VII. **Auf diese Weise läßt sich also die Schwere der Luft genau messen;** denn die Luftsäule, die auf den Merkurius drückt, ist so schwer, als die merkurialische Säule in dem Röhrchen; und die ganze Atmosphäre der Erde besitzt eben die Schwere, welche dem Merkurius zukäme, wenn er die Erde rings in einer Höhe von 25 — 28 Zollen umgeben sollte.

§. 369.

VIII. Es ist daher ein Instrument möglich, wodurch man die Schwere der Luft messen kann, das ist, ein Baro-

Mekron, und dieses besteht aus einem gläsernen Röhrchen, das man auf die (§. vorg. n. 2.) angezeigte Weise mit Merkurius füllet, welcher durch den Druck von der Schwere der Luft aufrecht erhalten wird, und nach verschiedenem Zuwachse oder Verluste dieser Schwere verhältnißmäßig steigt oder fällt.

IX. Die wahre Höhe des Merkurius muß man von der Oberfläche des im untern Gefäße stehenden Merkurius zu berechnen anfangen. Deswegen ist es sehr vortheilhaft, wenn man ein **bewegliches** Stäbchen anbringt, worauf die Grade gezeichnet sind, damit der unterste Theil dieses Stäbchens bey jeder Beobachtung allemal auf die Oberfläche des untern Merkurius hingeschoben werden kann; sobald der Merkurius in dem Röhrchen fällt, so muß er im untern Gefäße erhöhet werden, und im Gegentheile ꝛc.

* Den Unrichtigkeiten, die in der Bestimmung der wahren Höhe des Merkurius unterlaufen können, haben die Physiker auf verschiedene Weisen vorzubeugen gesucht. 1.) Sie bedienten sich eines größern Gefäßes für den untern Merkurius, damit die Oberfläche von diesem nicht merklich erhöhet, oder erniedrigt würde, wenn jener in dem Röhrchen fiel oder stieg. 2.) Sie krümmten unten das Röhrchen (dessen Durchmesser durchaus gleich seyn muß), daß es einen communicirenden Tubus ähnlich wurde, und zohen von der beobachteten Höhe diejenige ab, die der Merkurius in dem untern und kürzern Theile neuerdings erhielt ꝛc. (a) 3.) Bernoull hat dem Röhr-

(a) Erxleben Anfangsgr. der Naturl. 7. Absch. §. 267.

chen oben eine Erweiterung gegeben, und 4.) Cartes noch über diese Erweiterung ein enges mit einem leichten flüßigen Körper gefülltes Röhrchen angebracht. 5.) Bülfinger hat dasselbe in das Wasser versenkt ꝛc.

X. Der Druck der flüßigen Körper verhält sich jedesmal, wie ihre senkrechte Höhe, und ist in gleicher Höhe durchaus gleich (§§. 201. 203.); das Röhrchen des Barometers kann also zerschiedene Neigungen erhalten, damit man auch die kleinsten Aenderungen in der Höhe des Merkurius wahrnehmen könne. Auch folgt, daß der Merkurius in einem Zimmer in eben der Höhe stehen muß, in welcher er außer demselben stünde.

XI. So lange wir auf den Druck der Luft alleine hinsehen, muß der Merkurius in jedem Röhrchen, es mag der Durchmesser desselben groß oder klein seyn, stäts die nämliche Höhe behaupten. Wenn sich also das Gegentheil bey **sehr engen Röhrchen** zeigt, und wenn er in denselben tiefer steht, so muß man dieß nicht dem Drucke der Luft, sondern den Gesetzen der Haarröhrchen (§§. 205. 209.) zuschreiben.

* Die verschiedenen Arten von Barometern werde ich mündlich erklären, auch einige hieher gehörige Zweifel auflösen, z. B. warum ich eine Schwere empfinde, die der Schwere des Merkurius gleich ist, wenn ich das Röhrchen aus dem untern Gefäße erhebe, obgleich der Merkurius selbst nicht auf meine Hand wirken kann. 2.) Warum man diese Schwere nicht ganz fühlt; wenn das Röhrchen die gewöhnliche Länge der merkurialischen Säule nicht hat u. s. m.

§. 370.

Fernere Beobachtungen und Versuche von den Aenderungen der Merkuriushöhe im Barometron. 1.) Nach einer genauen Berechnung der Beobachtungen von zehen Jahren her hat man in der hiesigen Gegend von Ingolstadt die mittere Höhe des Merkurius im Barometron = 27″,3 gefunden. 2.) Von dieser aber weicht der Merkurius zwar öfters, doch nie weder abwärts, noch aufwärts über 2 ab. 3.) Diese Aenderungen, ob sie gleich nicht **allgemein** mit den Winden, oder dem Regen eintreffen, so geschieht es doch wenigstens **vielmal**, daß der Merkurius bey einem annahenden Regen, oder trüben Wetter zusinken, und bey heitern Tagen zu steigen anfängt. Beydes beobachtet man auch bey großen Winden. 4.) Er fällt manchesmal nach dem stärksten Regen nicht im geringsten, ja er steigt sogar in die Höhe. 5.) Ein andermal bemerkt man die größten Veränderungen, wenn schon die ganze Atmosphäre ruhig, und ohne Bewegung zu seyn scheint.

I. Die Ursache der Aenderungen im Barometron muß wahrscheinlich mit den Winden, mit der heitern, oder trüben Luft einige, was immer für eine Verbindung haben.

II. Die Vermehrung oder Verminderung der Elasticität der Luft nach Verschiedenheit der Witterung, kann den Grund von dem wechselweisen Steigen und Fallen des Merkurius nicht enthalten, so wenig als diese Elasticität jemal zur Erhöhung des Merkurius etwas beytragen kann (§. vorg. VI.). Man würde die ganze Hypothese aus dem Gesichte setzen, wenn man hier eine Gleichheit mit dem elastischen Drucke einer eingeschlossenen Luft machen wollte, die von allen Sei-

ten einen unüberwindlichen Widerstand hat, und sich blos gegen den Merkurius ausdehnen kann.

III. Wenn die Richtung der bewegten Luft, und der **Winde abwärts**, und einigermassen senkrecht auf den Merkurius hingehet, so muß dieser aufsteigen; im Gegentheile aber fallen, wenn die Winde von unten **aufwärts** wehen; denn im ersten Falle kömmt zum Drucke der Schwere noch die Geschwindigkeit der Luft, welche den Merkurius nothwendig in eine größere Höhe treibt. Dieß hat im zweyten Falle nicht statt; denn hier kann sich nicht einmal der ganze Druck der Schwere auf den Merkurius äußern, indem die entgegengesetzte Geschwindigkeit des Winds von unten auf, einen merklichen Theil dieses Druckes hemmt, wodurch das Fallen des Merkurius folgen muß. Es mag also wohl seyn, daß die Winde sehr oft einen Einfluß auf die verschiedene Höhe des Merkurius haben, ohne daß man sie aber deßwegen für den allgemeinen und einzigen Grund angeben kann (Beob. 5.).

IV. **Die Dünste, welche in die Luft aufsteigen, können die Höhe des Merkurius unmittelbar nicht merklich abändern;** denn in einem einzigen Tage dünstet nicht mehr Wasser als $3'''$ aus, wie ich dieses an einem anderu Orte durch genaue Versuche zeigen werde. Von diesen $3'''$ selbst aber fällt jedesmal zu Nachts ein großer Theil auf die Erde zurück, ohne noch jene Quantität in die Rechnung zu bringen, welche von den Pflanzen eingesogen wird. Da sich nun die specifische Schwere des Merkurius zu jener des Wassers verhält = 14 : 1 (§. 217.): so könnte auch alsdann, wann die Ausdünstung auf der ganzen Oberfläche der Erde den völligen Tag über anhielte, und

durch=

durchaus 3 Linien vom Wasser in die Luft übergiengen, die Höhe des Merkurius nur um $\frac{3}{14}$''' vermehret werden, d. i. sie würde kaum merklich seyn.

V. **Der Druck der Luft kann auch nach einem sehr häufigen Regen nicht viel gemindert seyn;** denn 1.) steigen selbst unter dem Regen immer wieder neue Dünste auf. 2.) Muß es einen ganzen Tag hindurch sehr dicht regnen, wenn das Regenwasser eine Höhe von 6''' erreichen soll; mithin könnte der Merkurius, wenn wir auch annehmen, daß dieser Verlurst durch nichts ersetzet wird, nur um $\frac{6}{14}$''' d. i. keine $\frac{1}{2}$''' sinken. Es läßt sich also die Abänderung in der Höhe, die manchesmal 2—3 Linien beträgt, auf keine Weise durch den Regen erklären. Eben das erhellt auch aus der vierten Beobachtung.

* Alle diese Sätze erklären zwar, daß man den allgemein hinreichenden Grund in gewissen Stücken, nämlich in der Elasticität, Winden, Regen ꝛc. nicht antreffe; allein dadurch bleibt es noch immer unentschieden: in wem man diesen hinreichenden Grund eigentlich suchen müsse. Ich will es gar nicht wagen, hierinne eine entscheidende Antwort zu geben, bloße Muthmassungen will ich anführen. 1.) Wenn uns schon die untere Atmosphäre sehr ruhig zu seyn dünkt, können dennoch die Winde in den höhern Theilen der Luft ganz verschiedene Richtungen haben, folglich den Druck derselben unmittelbar vermehren, oder vermindern (III.); ja, wenn sie von entgegengesetzten Richtungen herwehen, so müssen sie die Luft an einem Orte in der Atmosphäre aufhäufen, und dadurch ihr Gewicht in dieser Gegend vermehren. 2.) Wenn

sich

sich in einer andern Gegend die zuvor aufgelößten Dünste durch die ganze Höhe der Atmosphäre von der Luft absöndern, und in eine Bewegung versetzt werden, durch welche sie ineinander zusammenfließen, so muß der Druck durch dieselbe ganze Höhe merklich schwächer werden; denn die Kraft, mit welcher sich die Wassertheilchen bewegen, bewirket keinen Druck. Ich weiß zwar, daß Desagulier die Unzulänglichkeit dieser Erklärung durch einen wirklichen Niederschlag eines aufgelößten Metalles erprobt zu haben glaube; allein ich kann sein Experiment noch nicht für entscheidend ansehen, weil es sich bey dem Luft ganz anders als in so einem Präcipitat verhält; denn hier fallen die Theile nur in einem ganz kleinen Raume, und nur nach und nach; folglich müssen diejenigen, welche gleich anfangs von dem Auflösungsmittel sind abgesöndert worden, schon auf den Boden des Gefäßes drücken, bevor sich andere noch zu bewegen angefangen haben; und so werden nie merkliche viele Theile zugleich in die Bewegung kommen. Eine ganz andere Beschaffenheit hat es mit den Wassertheilchen, welche immer in sehr großer Menge in der Luft vorhanden sind, und nicht selten durch die ganze Höhe der Atmosphäre in eine obgleich sehr langsame Bewegung gebracht werden können. Ferner muß man hier bemerken: daß auch durch den dicksten Regen nur ein ganz kleiner Theil der Dünste, die sich zu bewegen angefangen haben, aus der Luft herabfalle; die übrigen aber nach und nach vollkommen wieder aufgelöst werden. Dieses wird uns deutlicher werden, wenn wir die Natur der Dünste genauer untersuchet haben. 3.) Bricht aus der Erde wegen

einer

einer unterirrdischen Gährung, oder aus was immer für einer Ursache, eine gewisse Masse Luft hervor, muß diese nothwendig den Druck vermehren, und den Merkurius erhöhen. Herentgegen müßte der Druck vermindert werden, und der Merkurius fallen, wenn etwa von einer unter der Erde neuerdings eröfneten Höhle viele Luft verschlungen würde. 4.) Wird die Luft aus was immer für einer Ursache merklich erkältet; so kann zwar ihr Innbegriff, und ihre Höhe, nicht aber auch der Druck kleiner werden; denn was hier der Höhe mangelt, das ersetzt die specifische Schwere, oder die Dichtigkeit. Wenn sich nun die Luft durch die Kälte zusammenzieht, so muß die vorige Höhe durch neue zufließende Luft hergestellt werden, und eben darum der Druck zunehmen. Dieß mag wohl die Ursache seyn, warum der Merkurius bey einer großen Kälte aufsteiget. 5.) Sollte aber in der höhern Atmosphäre eine große Hitze entstehen (welches dort meistentheils geschieht, wenn die Luft mit vielen Dünsten angefüllt ist, in welchen die Lichttheilchen gebrochen, und aufgefangen werden (§. 254. Anm. 2. §. 299. II.), so dehnt sich die Luft in einen größern Raum aus, und fließt auf alle Seiten hin, welches die Verringerung des Druckes nothwendig nach sich zieht.

VI. Diese Erklärungen erhalten dadurch eine große Wahrscheinlichkeit, daß die Absönderung der Dünste aus der Luft, die fernere Auflösung derselben, und die Winde mit der heitern und trüben oder regnerischen Witterung ganz gewiß in einigem Verbindnisse stehen (I.).

§. 371.

Versuche. Wenn man an dem einen Arm einer empfindlichen Wage eine große, und wohlgeschlossene gläserne oder metallene hohle Kugel aufhängt, und ihr an dem andern Arme von einem dichten Körper das Gleichgewicht halten läßt, so beobachtet man zu verschiedenen Zeiten bald das Aufsteigen, bald das Sinken dieser Sphäre.

I. Diese Erscheinung muß man der verschiedenen Dichtigkeit, und Lockernheit der äußern Luft zuschreiben, wodurch die in der Kugel befindliche bald speeifisch leichter, bald specifisch schwerer als die äußere wird; denn ist **die äußere Luft dichter, so wird die Kugel steigen, und im Gegentheile fallen, wenn jene lockerer ist** (§. 214.).

II. Man kann also durch dieses Instrument die respective Dichtigkeit, und Lockernheit, oder was eines ist, die Aenderungen der specifischen Schwere der Luft messen; weßwegen man es ein **Manometron** nennet.

* Die Physiker geben verschiedene Arten von dergleichen Manometern an; das hier beschriebene scheint noch das beste zu seyn, und ist die Erfindung des Otto Quericks.

II. Von dem Heber. (Siphone).

§. 372.

Versuche. Jedermann kennt das Instrument, von dessen Gebrauche wir hier den hinlänglichen Grund in der

Schwere

Schwere der Luft aufzusuchen gedenken. Es ist nämlich ein blechernes oder gläsernes ꝛc. Rohr, das unter was immer für einen Winkel gebogen ist. Man taucht die eine Oeffnung davon in einen flüßigen Körper z. B. in das Wasser, die andere setzt man an den Mund, und zieht die Luft, die sich in diesem Rohre befindet, an sich; sogleich steigt das Wasser in das Rohr auf, und füllt es ganz aus, wenn anders die Höhe desselben nicht zugroß ist. 2.) Es fließt sogar bey der Oeffnung, wo man die Luft aussauget, beständig, und solange heraus, als die andere Oeffnung in das Wasser getaucht ist; wenn nur derjenige Arm des Rohres, welcher im Wasser stehet, eine kleinere Höhe hat, als der andere, durch den das Wasser ausfließen soll. 3.) Jedoch wenn die beyden Arme gleiche Höhen haben, oder menn die Höhe des eingetauchten Armes größer ist, als jene des andern; so wird das Rohr im ersten Falle zwar gänzlich mit Wasser angefüllt werden, aber doch keines davon ausfließen: im zweyten Falle hingegen wird das Wasser nur bis zu einer bestimmten Höhe in dem eingetauchten Arme aufsteigen, solange man die Luft an sich zieht; und es fällt allerdings wieder zurück, wenn man Luft bey der vordern Oeffnung einläßt. 4.) Alles das erfolgt auf eine ähnliche Weise, wenn die beyden Arme des Rohres schon vor dem Eintauchen mit Wasser gefüllt sind, und der eine davon in den flüßigen Körper gesenket wird.

I. Die Schwere der Luft ist die hinlängliche Ursache, welche das Aufsteigen des flüßigen Körpers in das Rohr, nach der Verdünnerung der darinne vorhandenen Luft bewirket; denn der flüßige Körper wird

von

von der Luft mit einer Gewalt gedrücket, welche dem Drucke des Merkurius in einer Höhe von 25 — 28 Zollen gleich ist (§. 368. n. 2. und IV.); da sie nun von der verdünnerten Luft im Rohre keinen gleichen Widerstand hat, so muß sie den flüßigen Körper so lange erhöhen, bis dessen Schwere, und der Druck der innern verdünnerten Luft, ihrem äußern Drucke das Gleichgewicht haltet. Geschieht dieß, bevor der flüßige Körper die ganze Höhe des ersten Armes erstiegen hat, so kann das ganze Rohr unmöglich mit demselben angefüllt werden; und das, was schon aufgestiegen ist, muß wieder durch seine eigene Schwere zurückfließen, so bald man die Luft auf beyden Seiten frey drücken läßt. (Vers. 1. 3.)

II. **Sind die Arme des Rohrs gleich hoch**, so kann der flüßige Körper weder in das Gefäß, aus dem er aufstieg, zurückfallen, noch durch die vordere Oeffnung ausfliessen; weil der Druck der Luft sowohl, als des Wassers auf beyden Seiten gleich ist. Sollte sich aber ein Theil des Wassers im Rohre von dem andern trennen; so müßte dazwischen ein luftleerer Raum entstehen: dieß macht aber der Druck der äußern Luft unmöglich.

III. **Wenn die Höhe des vordern Armes jene des eingetauchten übertrift; so ist das Ausfließen des Wassers eine unausbleibliche Folge;** denn obgleich der Druck der Luft beyderseits gleich ist; so ist doch die Schwere des Wassers im höhern Arme größer: und weil diese Ursache immer anhält, so fließt es so lange fort, als der niedere Arm eingetaucht ist (Vers. n. 2,).

IV. Man begreift hieraus leicht, warum die Folgen die nämlichen sind, woferne man **das Rohr** schon vor dem Eintauchen **mit Wasser füllet.**

V. Da es ferner in diesen Versuchen auf die Höhe des flüßigen Körpers alleine ankömmt; so kann nichts daran gelegen seyn, unter welchem **Winkel** das Rohr gebogen ist (n. 1.). Die beyden Arme des Rohrs mögen auch **so lange seyn, als sie wollen,** wenn sie nur die Höhe von 32 Zollen (oder überhaupt jene, in welcher der flüßige Körper mit der Luft im Gleichgewichte stehet), nie übersteigen, so müssen die Wirkungen immer alle noch erfolgen (III.).

VI. Wir haben also die Möglichkeit, und den hinreichenden Grund von dem Gebrauche eines Instrumentes gezeiget, wodurch man die Erhöhung, und das Ausfließen flüßiger Körper bewirket, und also ohne Mühe aus dem Faße hebet: man nennet also es mit Recht einen **Heber**, im Lateinischen Sipho.

* Man hat aber neben der hier beschriebenen auch noch eine andere sehr gewöhnliche Art vom Heber, welche aus einem Gefäße besteht, welches unten und oben mit einer Oeffnung versehen ist, und das sich unten in ein enges Röhrchen endiget. Man senkt es in den flüßigen Körper, z. B. ins Wasser, wo es von demselben bis zu der Höhe gefüllt wird, in die man es versenket; man legt alsdann den Daum auf die obere Oeffnung, und zieht es aus dem flüßigen Körper heraus. Vom Anfange wird eine kleine Portion durch die untere Oeffnung ausfließen; weil aber die Luft zwischen dem Daumen, und dem flüßi-

gen

gen Körper sogleich verdünnert wird, indem sie sich besser ausdehnen kann: so wird das Ausfließen in einem Augenblicke unmöglich, und das Wasser kann durch dieses Gefäß in jedes andere übertragen werden.

** Aus der Anwendung dieser Erklärungen kann man die Ursache vieler anderer Erfahrungeu errathen, z. B. Warum aus der untern Oeffnung eines Faßes, oder eines andern Geschirres, von was immer für einer Gestalt, nichts fließe, wenn dasselbe übrigens wohl geschlossen ist. 2.) Warum die Schröpfköpfe an der Haut hangen bleiben, nachdem man die Luft durch die Flamme verdünnert hat u. s. f.

III. Von den Wassermaschinen.

Ich werde hier nur diejenigen Wassermaschinen anführen, bey deren Gebrauch der Druck der Luft etwas beyträgt.

§. 373.

Ein hohler Cylinder, in welchem sich ein beweglicher und genau passender Stempel befindet, und welcher unten nur eine kleine Oeffnung hat, werde bey eben dieser Oeffnung in das Wasser getaucht; der Stempel aber von derselben hinweg in die Höhe gezogen: sogleich entsteht in dem Zylinder ein luftleerer Raum, in welchen die äußere Luft das Wasser hineindrücken wird (§. 368. II.). Dieses bleibt auch noch darinne, wenn man den Cylinder aus dem Wasser erhebt (§. 272. II.). Sobald man aber den Stempel wieder abwärts drücket, so springt das Wasser mit einer Gewalt, die dem Drucke gleich

ist,

ist, zu der kleinen Oeffnung heraus. Diese Maschine nennt man schlechthin eine Spritze.

2.) Setzen wir, daß diesen Cylinder ein beweglicher Stempel ausfülle, der mit einer Klappe versehen ist, welche sich nur aufwärts, d. i. nur alsdenn öffnet, wenn der Stempel dem in den Cylinder eingedrungenen Wasser entgegengedrückt wird; welche sich aber genau schließt, wenn man den Stempel aufwärts zieht. Eben so eine Klappe bringe man bey der Oeffnung des Zylinders an, wo das Wasser eindringen soll: diese muß sich öffnen, wenn man den Stempel in die Höhe zieht: und schließen, wenn man ihn niederdrücket. Auf diese Weise wird sich das Wasser bey dem Aufziehen in den Cylinder, und bey dem Niederdrücken nach und nach bis über den Stempel selbst hinauf begeben. Dieß möchte uns den Bau eines Pumpbrunnes faßlich machen: es wird beyläuftig auf die folgende Weise dabey verfahren. Man befestiget den besagten Cylinder, welcher der Stiefel genannt wird, in einer langen hölzernen Röhre, oder sogenannten Teiche, entweders ganz unten am Ende derselben, wo man sie in das Wasser versenkt: oder auch etwas höher oben, jedoch nicht über leicht 30 Schuhe ober dem Wasser. Den beweglichen Stempel, der sich im Stiefel befindet, vereinigt man mittels einer eisernen Stange mit einem Hebel. Ueber dem Stiefel macht man eine Oeffnung in die Seite der Täuche, und steckt ein kleines Rohr hinein. Sobald man zu pumpen anfängt, erhebt sich das Wasser (entweders unmittelbar, oder nur nach und nach, wenn nämlich der Stiefel höher in die Täuche eingesetzt ist) in den Stiefel, und bey dem Niederdrücken über den Stempel hinauf, wo es alsdenn bey der Oeffnung in der Teiche durch das kleine Rohr ausfließet.

* Wie

* Wie die Klappen, und ihre verschiedenen Arten beschaffen seyn, das wird sich leichter in den Modellen zeigen, als durch Worte erklären lassen. Ich werde hieneben auch die nützlichen Dienste der Hebel, in Bewegung des Stempels, und die Fehler bemerken, die man bey sehr vielen dergleichen Brünnen antrifft.

3.) Würde man statt der Klappe an dem Stempel unten eine andere, bey einer in die Seite des Stiefels gebohrten Oeffnung anbringen, und mit dieser Oeffnung ein Rohr, oder einen Schlauch verbinden: so könnte man durch den Druck des Stempels das Wasser bis in die höchsten Orte treiben; wenn nur die Bestandtheile dieser Maschine fest, und der Druck heftig genug ist. Um häufigeres Wasser zu erhalten, treibt man es aus mehrern Stiefeln in ein gemeinschaftliches Rohr zusammen, und die Stempeln können mit einem Hebel so verbunden werden, daß der andere allemal in die Höhe steige, wenn der einte niedergedrückt wird. So sind diejenigen Wassermaschinen gebaut, die unter dem gemeinen Name **Druckwerke** vorkommen.

4.) Auch die **Feuerspritzen** sind nichts als **dergleichen Druckwerke.** Es stehen nämlich ein oder zween Stiefel in einem Kanale, in welchen immer neues Wasser zugeschüttet werden muß. Durch dieselben wird das Wasser entweders unmittelbar in ein gemeinschaftliches Rohr, und von da in den bestimmten Ort getrieben; oder man pumpet aus beyden Stiefeln das Wasser in einen **Windkessel** (d. i. in einen durchaus geschlossenen, und mit Luft gefüllten metallenen Kessel), und läßt es von der zusammengepreßten Luft in ein Rohr, welches durch den Kessel geht, und mit der

untern

untern Oeffnung im Wasser stehet, hineindrücken, und nach jeder Richtung des Rohres hintreiben.

§. 374.

Die hinreichende Ursache dieser Wirkungen kann man ohne weiters aus den vorgehenden §§. verstehen. Jedoch die Bewegung des Wassers mit Hilfe des Windkessels ist eine Wirkung von der Elasticität der Luft, die dazu dient, daß das Ausfließen des Wassers anhaltend sey (da man es im Gegentheile unmittelbar aus den Stiefeln nur gußweise erhält, so, wie die Stempel wechselweise niedergedruckt werden); denn die Luft, welche in dem Kessel vollkommen eingeschlossen ist, und durch beständig zufließendes Wasser immer zusammengepreßt wird, drückt mit anhaltender Schnellkraft auf das Wasser, welches nothwendig durch die Oeffnung des eingesenkten Rohres aufsteiget, und nach jeder beliebigen Richtung, die man dem Rohre, oder einem damit verbundenen Schlauche giebt, hingetrieben werden kann.

* Eine genaue Beschreibung der Feuerspritze, und viele Verbesserungen an derselben, findet man in der Hydraulick des H. Karsten (*a*), und in der zu Erfurth gekrönnten Preisschrift des H. Prof. Helfenzrieders (*b*). Die letztere enthält sonderbar zwo neue Erfindungen. Die erste besteht darinne, daß er dem Rohre dort, wo das Wasser ausfließen soll, vermittels eines beweglichen Riegels verschiedene Oeffnungen giebt, damit das Wasser nach Verschiedenheit der Umstände höher oder niederer getrieben, und in der gehörigen Menge

(*a*) Lehrbegriff der gesammten Mathem. und auch in einer besondern Abhandlung.

(*b*) Abhandlung von Verbesserung der Feuerspritzen. Ingolstadt 1778.

erhalten werden kann. Zweytens hat er den Stempel so eingerichtet, daß derselbe nothwendig den Stiefel vollkommen ausfüllen muß; indem er ihn mit einer kleinen Klappe versehen hat, durch welche Wasser hineindringen kann, das nebst der darinne befindlichen Luft das Leder beständig ausdehnt, und anschwellet.

** Wer die bisher von §. 369. beschriebenen Wirkungen, und ihre Erklärungen wohl einsieht, der begreift auch ohne besondere Beschwerniß alles das, was man bey den Magdeburgischen Halbkugeln beobachtet. Man vereinigt zwo genau aufeinanderpassende Halbkugeln, und zieht bey einer Oeffnung derselben die Luft mittels der Luftpumpe aus; schließt ihre Oeffnung mit einem Hahne, und der Druck der äußern Luft hält sie so stark vereinigt beysammen, daß viele Gewichter nicht im Stande sind, sie voneinander zu trennen; sobald man sie aber in luftleeren Raum bringt, so fallen sie ohne weiters selbst auseinander. Es ist merkwürdig, daß dieses Experiment das erste war, welches den Otto Querik in der Meinung bestärket hat, daß die Luft schwer und elastisch seyn müsse. Anstatt der Kugeln braucht man jetzt linsenförmige Gefässe, die mit der Kugel den nämlichen Durchmesser; aber doch um viel weniger Luft fassen.

III. Kapitel.

Von den Wirkungen der Luft, in soweit sie elastisch ist.

Die Luft äußert ihre Elasticität 1.) in gewissen Wirkungen, welche nur alsdenn möglich sind, wenn sie eingeschlossen, und von andern Körpern umgeben ist, z. B. im

Erd-

Erdbeben ꝛc. 2.) Andere Wirkungen dieser Elasticität sind allgemeiner, und gehen in jedweder Luft vor, wo diese immer in einer größern Menge vorhanden ist; sie mag nun wohl eingeschlossen, **oder frey** seyn; doch werden sie **meistentheils** nur in der **freyen** Luft beobachtet. Dergleichen sind die Winde, und der Schall.

I. Von den Wirkungen der elastischen Luft, bloß, wenn sie eingeschlossen ist.

§. 375.

Wenn die Luft von andern Körpern rings eingeschlossen ist, und sie eine Wirkung auf dieselben durch ihre elastische Kraft machen soll: so muß dieß entweder wegen einem **grössern Zusammendrücken** der Luft, oder wegen einer **stärkern Ausdehnung durch die Wärme** geschehen. In beyden Fällen aber muß der einschließende Körper 1.) sofern er einer Ausdehnung fähig ist, mit einer Kraft ausgedehnt werden, die dem Uebermaße der Dichtigkeit von der gepreßten, oder der Elasticität von der erwärmten Luft gleich ist. 2.) Können aber die Wände z. B. eines Gefäßes, worinne die Luft eingeschlossen ist, nicht ausgedehnt werden, so ist wenigstens der Druck nach allen Richtungen, und alle Theile in dem beschriebenen Maße. 3.) Das Gefäß würde also zerbrechen müssen, wenn der Zusammenhang der Theile schwächer, als der Druck der Luft seyn sollte. 4.) Würde man in einem dergleichen Geschirre Wasser mit Luft einschließen, und sodann eine ganz kleine Oeffnung in dasselbe machen: so müßte das Wasser mit einer Geschwindigkeit hervorspringen,

die der drückenden Kraft der Luft gleich käme. Diese Sätze bedärfen keines neuen Beweises; denn sie folgen unmittelbar aus den Gesetzen des Gleichgewichtes, und aus den schon bewiesenen Eigenschaften der Luft (§. 365. I. II.).

* Das Verhältniß, in welchem die Kraft sich auszudehnen, in der Luft zunimmt, wenn sie verdicket, oder erwärmet wird, scheint zwar eben noch nicht bestimmt zu seyn, wenigstens, da von der Ausdehnung durch die Wärme die Rede ist; allein, zur Wahrheit der gegenwärtigen Sätze, und zur Erklärung nachstehender Wirkungen ist es uns erklecklich, daß die besagte Kraft überhaupt, und schlechthin mit der Verdickung, uud Wärme der Luft wachse. Daraus läßt sich schon erklären, 1.) wie man durch die Verdickung der Luft, auch nur durch das Einblasen mit dem Munde, noch mehr aber durch eine Spritze, oder durch eine Luftpumpe erhalten kann, daß das Wasser aus jedem geschlossenen Gefäße durch die Oeffnung eines kleinen Röhrchens auch längere Zeit über hervorspringe. 2.) Wie man eben dieses Springen des Wassers durch den sogenannten Heronsbrunnen (Fons Heronis) bewirke; indem man nämlich durch ein Röhrchen Wasser von oben in ein tiefer stehendes Geschirr gießet, welches die darinne befindliche Luft in ein anders schon mit Wasser gefülltes Gefäß in die Höhe treibet, und sie zusammendrücket, wodurch das obere Wasser nothwendig bey der Oeffnung seines Gefässes hervorspringen muß. 3.) Die Einrichtung, und die Wirkungen einer Windbüchse werden uns nun kein Geheimniß mehr seyn, wenn wir ein bischen Aufmerksamkeit darauf verwenden wollen. 4.) Eben so leicht begreift man aus den obigen Sätzen:

warum

warum aus einer etwas größern hohlen Sphäre, wenn man sie erwärmet, ein sanfter Wind bey der Oeffnung hervorkomme, oder 5.) warum die erwärmte Luft das Wasser aus dem sogenannten Aeolusballe (Pila Æoli), welcher eben auch nichts, als so eine hohle Sphäre ist, mit der größten Heftigkeit herausdrücke. Dergleichen Experimente ließ sich hier noch eine Menge anführen, die wir aber wohl entbehren, und für die mündlichen Erklärungen vorbehalten können; wobey ich auch sonderbar die vielerley Einrichtungen der angeführten Werkzeuge erklären werde.

§. 376.

Erfahrungen von dem, was wir das Erdbeben nennen. I. Es wird oft eine lange, und weite Strecke unserer Erde in eine ungewöhnliche Bewegung versetzt, welches durch einen gählingen Stoß bald durch eine gewisse Art von Zittern, und nicht selten auch durch Hin- und Herwiegen der Gebäude ꝛc. (so, wie die Bewegung eines Kahnes oder Schiffes auf dem Wasser ist) zu geschehen pflegt. II. **Vor dieser Erscheinung** beobachtet man insgemein 1.) daß sulphurische Dünste mit einem stinkenden Geruche von der Erde aufsteigen: 2.) daß das Wasser im Meere, und in den Flüssen aufwalle: 3.) daß auf einmal eine große Anzahl Insekten aus der Erde hervorkommen, die sich sonst auf der Oberfläche der Erde nicht so leicht zeigen. 4.) Es läßt sich auch ein unterirrdisches Getöse vernehmen. III. **Unter dem wirklichen Erdbeben** zerreißt 1.) manchesmal die Erde, und sulphurisches Feuer bricht aus den Oeffnungen hervor. Man hat auch sehr oft häufige Asche mit auswerfen gesehen.

2.) Das

2.) Das Meer fängt zu schwellen, und die Wogen zu schäumen an; es entstehen Stürme ꝛc. 3.) Die höchsten Gebäude stürzen ein; Städte und Auen versinken, u. s. f. IV. Nach dem **Erdbeben** werden 1.) ganze Aushöhlungen, welche itzt entstanden sind, mit Wasser angefüllt. 2.) Die feuerspeyenden Berge, wenn sie vorhin auch lange ruhig waren, fangen nun oft zu rauchen, und heftig zu toben an. V. Man erfährt diese Schrecken öfters in den Landschaften, welche an dem Meere liegen, oder in welchen mehr schwefelichte, salpetrische, und alaunartige Materie vorhanden ist.

Folgesätze. Vor dem Erdbeben muß sehr oft eine schwefelichte Materie unter der Erde entzündet werden. Denn woher sollen die sulphurischen Dünste (II. 1.), die aus der Erde hervorbrechenden Feuerströme (III. 1.) kommen? — Warum wird die brennbare Materie von neuem in den feuerspeyenden Bergen entzündet? — Bekräftigen diesen Satz nicht auch die ungewöhnlichen Insekten (II. 3.), welche vor dem Erdbeben aus der Erde hervorkriechen, vermuthlich weil sie den Geruch der angezündeten Materie nicht ertragen können, und die Beschaffenheit der Lande, in denen die Erdbeben öfters verspüret werden (V.)?

II. **Diese Entzündung wird nothwendig mit einem unterirrdischen Getöse begleitet seyn.** Denn die Luft, welche anfangs durch die Wärme ausgedehnt wird, und noch immer eingeschlossen bleibt, sucht sich aller Orten mit der größten Gewalt einzudringen, stets neue Aushöhlungen zu machen, und einen Ausgang zu fin-

finden, welches ohne die Entstehung eines vernehmbaren Getöses nicht geschehen kann.

III. **Nimmt die Wärme** in so einer unterirrdischen Gruft, in der die Luft eingeschlossen ist, **zu, daß sich ein wirkliches Feuer entzündet,** so muß die Luft sehr schnell, und noch weit heftiger ausgedehnt werden; sie wird sich also mit verstärkten Kräften gegen jeden Widerstand setzen, und die Erde dort erheben, wo der Widerstand kleiner ist: sie wird auch nach Verschiedenheit der Erdoberfläche, unter welcher sich die Flamme verbreitet hat, verschiedene Arten von Bewegungen hervorbringen, d. i., die Gegend bald in eine zitternde, bald in eine schwankende Bewegung versetzen. Ein Stoß, und eine kurz anhaltende Erschütterung ist nur alsdann möglich, wenn die Luft frühe genug einen Ausgang findet.

IV. Liegt nun die Materie tief unter der Erde, oder trift die ausgedehnte Luft unterirrdische Kanäle an, in die sie sich hinüber giebt, oder 3.) wird eben durch die besagte Erschütterung eine weit entlegene Materie in eine heftige Gährung, und bis zur Entzündung gebracht: so muß nothwendig **eine ganze weite Landschaft,** ja es kann beynahe **ein ganzer Welttheil die Folgen der Haupterschütterung verspüren.**

V. Ist nun die Gährung bis zur wirklichen Entzündung angewachsen, und ist die brennliche Materie häufiger zugegen; kann **die Flamme nicht nur ausbrechen, sondern sie muß solange anhalten, bis**

gleich-

gleichwohl diese Materie verzehrt ist: so wie es in den feuerspeyenden Bergen geschieht (Beob. IV.).

VI. Ob nun schon viele und die meisten Erdbeben, durch Entzündung schweflichter Materie entstehen; so folgt es doch noch keineswegs, daß sie nicht auch andere Ursachen zum Grunde haben können, z. B. Es darf nur Wasser in eine unterirrdische Höhle eindringen, und eine Auflösung mit einer warmen Gährung bewirken; so müssen sich den vorigen ähnliche Wirkungen zeigen.

* Die übrigen Beobachtungen, die ich von dem Erdbeben angeführt habe, wird man sich leicht aus den gegebenen Erklärungen begreiflich machen können. Wie die Gährung unter der Erde, und aus der Gährung Wärme und Feuer entspringen könne, dafür hab ich das meiste schon oben §. 245. Vers. 3. §. 267. 269. gesagt.

* * Ohne daß ich es erst bemerken darf, wird es Jedermann einsehen, daß die Rede bisher nur von der eingeschlossenen Luft war, in soweit sie schon in einer größern Quantität versammelt ist; es wäre nun auch noch von derjenigen zu reden übrig, die wir in allen festen und flüßigen Körpern fixirt, und vertheilt antreffen; jedoch scheint es mir, das ich das nöthige davon schon im ersten Theile erkläret habe (§. 52. Anm.), aus dem die gehörigen Versuche, die im luftleeren Raume angestellt werden, ohne Mühe zu erklären sind.

II. Von

II. Von den übrigen allgemeinen Wirkungen der elastischen, und meistentheils freyen Luft.

Diese Wirkungen haben vorzüglich zwo Gattungen von Bewegung zum Grunde: durch die **einte** wird eine ganze große Masse der Luft von einem Orte in den andern hinbewegt, und durch die **andere** werden nur die einzelnen und kleinern Theile derselben in eine sehr geschwinde, zitternde, oder schwingungsförmige Bewegung versetzt. Die **erste** macht die Natur der **Winde**, und die **zweyte** die Natur des Schalles aus.

Von den Winden.

§. 377.

Es ist für sich selber klar, daß die Winde nichts anders seyen, als eine stärkere, und geschwindere Bewegung der Luft; es versteht sich aber, daß es schon eine ziemlich große, und merkliche Quantität der Luft seyn müsse, welche bewegt wird. Diese Bewegung hat überhaupt eben das zum Grunde, was immer das Gleichgewicht in der Luft verwirret. Man sieht hieraus leicht, wie vielfältig die Ursache der Winde seyn kann. 2.) In Ruksicht auf die verschiedenen Gegenden, von welchen die Winde herwehen, unterscheidet man sie, in **Morgen- oder Ostwinde**, in **Mittags- oder Südwinde**, in **Abend- oder Westwinde**, in **Mitternachts- oder Nordwinde**, **Nordost- oder Nordwestwinde** ꝛc. heißen sie, wenn sie zwischen

Norden, und Westen ꝛc. das Mittel halten. 3.) Die meisten Winde werden nach einer geraden Richtung hinbewegt; es giebt aber auch andere, welche keine ordentliche, und gewisse Richtung haben, und die sich nur im Wirbel herumbewegen; sie werden darum auch **Wirbelwinde** genannt. 4.) Man theilt die Winde auch in **beständige**, und in **veränderliche**; und diese Austheilung gründet sich auf Erfahrungen, wie ich sogleich zeigen werde.

§. 378.

Beobachtungen von den beständigen Winden. I. Einige Winde wehen das ganze Jahr über. An den Orten um den Aequator, und die nicht über 28 — 30° von diesem entfernet sind, bläst immerdar ein sanfter Ostwind, jedoch so, daß sich seine Richtung mit dem Grade, auf dem die Sonne in der Ekliptik stehet, umändert. 2.) Die Bewegung dieses Windes hat mit der Bewegung des Mondes nicht die geringste Einstimmigkeit. 3.) Und seine Geschwindigkeit verhält sich zu jener, mit der sich die Erde beym Aequator um ihre Achse drehet, nur wie 1:142.

II. **Andere Winde giebt es, welche periodisch sind, und nur zu gewissen Zeiten beständig wehen:** sie kommen von einer bestimmten Gegend nur durch die einte Helfte, oder doch allemal zu einer, und der nämlichen Zeit des Jahres; in den übrigen Jahreszeiten aber werden sie aus andern Gegenden hergeführt. Solche beobachtet man vom 2ten bis 10ten Grade der nördlichen Breite zwischen der Insel Sumatra und St. Lorenzo auf dem indianischen Meere: deßgleichen auch zwischen den

Ufern

Ufern von Arabien, und Malabarien u. s. w. Die Richtung ihrer Bewegung folget gar nicht jener der Sonne.

* Eine genaue Beschreibung, und viele merkwürdige Beobachtungen von diesen Winden trift man beym H. van Muschenbroek an (a).

I. Die erste Gattung von **beständigen Winden** kann ihren hinreichenden Grund weder in der Bewegung der Erde um ihre Achse (I. 3.), wie einige wollten, noch in den anziehenden Kräften des Mondes (I. 2.), oder auch der Sonne haben, in welchem letzten Falle sie eine gewisse Art Flut und Ebbe in der Luft wären, die mit der Flut und Ebbe des Meeres eine Aehnlichkeit hätte, davon ich die Erklärung in dem letzten Theile bey der physischen Astronomie geben werde.

II. **Sie treffen** aber doch einigermassen **mit der Bewegung der Sonne zusammen** (I. Beob.); **man wird sie also derselben** auch in soweit **zuschreiben müssen**, als die Sonne die unmittelbar unter sich stehende Luft sehr stark erwärmt; denn diese Luft muß sich ausdehnen, specifisch leichter, und so, wie die Sonne, vor ihr hinbewegt werden. Ueber dieß muß sie durch die Wärme und Ausdehnung erhöhet werden, und oben nach allen Richtungen hinfließen: da nun dieses auf dem ganzen Wege der Sonne geschieht, so wird immer eine Strecke in der Atmosphäre auch hinter der Sonne und auf den Seiten seyn, welche specifisch leichter ist, und welche der mehr entfernten, und specifisch schwerer gewordenen Luft nicht widerstehen kann; diese von der Sonnehitze

(a) Instit. Phys. P. II. ganz zu Ende.

nehitze verursachte Bewegung der Luft ist also der sanfte Ostwind, von dem wir (Beob. I.) gesagt haben; und derselbe kömmt nothwendig mit dem Standorte der Sonne auf der Ekliptik überein, wie das aus der Erklärung von selbst erhellet.

III. Diese Ursache paßt aber nicht auf die **periodischen Winde** (Beob. II. zu Ende); sondern diese müssen gleichfalls eine periodische Ursache haben.

* Allein welche diese? — sie kann verschieden seyn, Muschenbroeck bemerkt die folgenden. 1.) Es können in gewissen Bergen periodische Gährungen vorkommen, davon die Dünste in die Luft aufsteigen, sie ausdehnen, u. s. f. 2.) Es schmelzen in einer gewissen Gegend Schnee, und Eisgebirge nur zu bestimmten Zeiten, und das zieht große Aenderungen in der Luft nach sich. 3.) Von dem Grunde des Meeres steigen periodisch gewisse Dünste auf, so, wie der indianische Ocean von denselben zuweilen weißlicht und leuchtend wird (wenn dieses nicht vielmehr von einer Art Insekten herkömmt). Daß aber die Dünste in der Luft große Aenderungen verursachen, davon sollen uns ferner die folgenden Versuche überführen.

§. 379.

Versuche. Man lasse den Geist des Salmiaks (Spiritum salis amoniaci) in einem offenen Glase ausdünsten, so bemerkt man das Daseyn solcher Dünste nur durch den Geruch, ohne daß sich an dem hingehaltenen Thermometer die geringste Aenderung zeiget. Eben das erfährt man, wenn man die Dünste des Salpetergeistes (Spiritus nitri) allein untersuchet. Man setze aber die beyden Gefäße nebeneinander

der

der, damit die aufsteigenden Dünste vermischt werden: so gehet in der Luft über diesen Gefäßen eine sichtbare, und sehr warme Gährung vor, davon uns auch das Thermometron überzeuget. 2.) Wenn man Salpetergeist auf mineralisches Vitriolöl gießet, so entsteht ein heftiges Aufbrausen, das sich nach und nach verliert; sobald es aber gänzlich nachgelassen hat, und die Luft im Gefäße helle geworden ist; so fängt das Aufbrausen neuerdings an, die Luft wird trübe, und röthlicht, wenn nur von außen eine neue zutritt. Dieses Experiment kann mit dem nämlichen Erfolge mehrere Male wiederholt werden (a).

I. Die Dünste können sehr häufig in der Luft vorhanden seyn, ohne daß sie untereinander aufgähren, oder Wärme verursachen. Nur alsdann erfolgen diese Aenderungen, wenn **verschiedene ungleichartige Dünste vermischt werden.**

II. Die Luft wird durch die warme Gährung der Dünste nothwendig ausgedehnt, und das Gleichgewicht in derselben gehoben, wodurch denn eine **Bewegung, d. i. ein Wind entstehen** muß, der nach dem Verhältnisse der gährenden Masse, und der Gährung selbst verschieden seyn muß.

III. Ist das Aufsteigen und die Vermischung solcher Dünste an einigen Orten **periodisch**, so sind es auch **die Winde**, welche sich dadurch erheben.

(a) Hallesii Appendix ad Hæmastic. Exper. 3.

§. 380.

An dem Ufer des Meeres, und an den Gestaden der Flüsse, an dichten Wäldern, und Gebüschen ꝛc. giebt es immerdar, wenigstens bey heiterm Wetter, gelinde, und periodische Winde; denn die Luft außer dem Walde, und auf dem festen Lande wird früher erwärmt, als die sich im Walde, oder über dem Wasser aufhält, weil die Lichtstralen in den Wald häufig genug nicht eindringen können, und bey dem Wasser immer auf neue Wellen treffen müssen: zudem dünstet auch das Wasser beständig aus, und erkältet die nächste Luft (§. 263. Anm. 2.). Die äußere und erwärmte Luft muß sich daher gegen den Wald, und das Wasser hin ausdehnen, und einen sanften Wind erwecken. Wird sodann das Gleichgewicht wieder hergestellt, so hört die Bewegung auf; und die Luft muß aus dem Wasser gegen das Ufer und aus dem Walde bewegt werden, sobald die zuvor erwärmte Luft erkaltet, und einen kleinern Innbegrif erhält: hiedurch muß es also nothwendig eine abwechselnde Bewegung der Luft abgeben-

§. 381.

Die **veränderlichen** Winde können ebenfalls durch eine Menge von zufälligen Ursachen entstehen, die sich überhaupt 1.) theils unter der Oberfläche der Erde, 2.) theils auf derselben, 3.) theils oberhalb der ganzen Erde in der Atmosphäre hervor thun.

1.) **Von der ersten Gattung** haben wir bereits das Merkwürdigste bey dem Erdbeben erklärt. Hierzu kommen noch folgende Bemerkungen. a) Es kann ein ein-

dringen-

bringendes Wasser, wenn es auch nur ein kleines Bächchen seyn sollte, die Luft immer bey einer andern Oeffnung aus der unterirrdischen Kruft austreiben. Oder es kann sich b) auch ein sanft hinfließendes Wasser mit sulphurischer, martialischer, oder was immer für einer metallischen Erde vermischen, Wärme hervorbringen, und die Luft ausdehnen. c) Die Gährung kann durch neue Luft, welche bey einem eingestürzten Theile der Höhlung Zutritt findet, erweket (§. 379. Vers. 2.), oder befördert werden. d) Sollte die Luft in der nämlichen Höhle, wo sie ausgedehnt, oder zusammengedrückt wird, keinen Ausgang finden, so würde sie sich durch unterirrdische Kanäle, wo sie dieselben fände, immer fortbewegen, bis sie endlich mit der äußern Luft communiciren, und einen Wind erwecken könnte. Die Versuche mit dem Aeolusballe (§. 375. Anm. 5.) können hier viele Deutlichkeit verschaffen.

2.) **Auf der Oberfläche der Erde** kann a) die Bewegung des Meeres, und der Flüsse, b) das wirkliche Ausdünsten, c) eine große Feuersbrunst, und d) endlich das Aufthauen des Eises, und des Schnees einen Wind erwecken. Das letztere hat vorzüglich bey dem Eismeere Platz, wo ungeheure Lasten hin und her getrieben, und zuletzt in wärmern Wasser, unter einem gelindern Himmelsstriche zusammen geschmolzen werden, welches nothwendig große Bewegungen in der Atmosphäre nach sich ziehen muß.

3.) **In der Atmosphäre selbst** können a) unterschiedliche Dünste zu verschiedenen Zeiten vermischt, und zur Gährung gebracht werden (§. 379. Vers. 1.), welche oft bis zur Entstehung einer Flamme anwächst. b) Die undurchsichti-

sichtigen Wolken müssen merklich stärker erwärmet werden, als die übrige Luft (§. 299. V.). c) Es giebt elektrische Wolken, die sich mit einer großen Flamme entladen (§. 362. I. II.), d) einige wollten wenigsten die veränderlichen Winde für eine Flut und Ebbe der Luft ansehen; allein neben dem, daß die Winde periodisch seyn müßten, scheint mir die Bewegung, welche von den anziehenden Kräften des Mondes und der Sonne herkommen müßte, zur Natur eines merklichen Windes viel zu schwach zu seyn.

* Ob sich nun schon für jeden Wind die bestimmte Ursache nicht allemal angeben läßt; so bleibt doch überhaupt soviel gewiß, daß jede von den angezeigten hinlänglich ist, denselben zu erregen.

§. 382.

Die Richtung der Winde hängt von der Lage des Entstehungsortes, und von den Gesetzen der einfachen und zusammengesetzten sowohl schief, als rechtwinklicht abgeprellten Bewegung ab; denn auch die Luft ist ein Körper, und ist in ihrer Bewegung an die allgemeinen Körpergesetze gebunden. 2.) Der **Wirbelwind** fordert zwo verschiedne, nach einer Tangentialrichtung, auf die nämliche Luftmasse wirkende Ursachen: gemeiniglich hat er zween oder noch mehrere Winde zum Grunde, die von zerschiedenen Gegenden herwehen.

* Ich kann es hier nicht umhin lassen, eine Anmerkung über den heilsamen Einfluß der Winde, und über ihre guten Dienste zu machen, welche sie uns selbst auch im täglichen Gebrauche leisten. 1.) Sie führen die un-

reine

reine und ungesunde Luft, welche oft wegen großer Hitze mit den verderblichsten Dünsten, dem Saamen der gefährlichsten Krankheiten, und selbst pestilenzischer Seuchen angefüllt ist, besonders wenn sie lange am nämlichen Orte stand; diesen schädlichen Mittelkörper führen die Winde aus unsern Gegenden, und erfrischen Menschen, und alle Thiere mit einer gereinigtern, und mildern Luft. 2.) Sie tragen zu seiner Zeit fruchtbare Regenwolken daher; und zerstreuen ein andersmal düsteres Gewölk, das oft ganze Monate durch den Himmel überzog. 3.) Durch ihren kühlen Hauch werden die hitzigsten Lande wohnbar, und die Hitze selbst auch in unsern Gegenden erträglich. 4.) Sie treiben allein, ohne menschliches Zuthun, die schwersten Schiffe auf der See fort, und helfen uns in Lande übersetzen, dahin wir sonst nie gelangen würden. Der Flor und das Aufkommen des Handlungswesen hängt, so zu sagen, auf eine gewisse Art vom Winde ab. 5.) Man bringt durch den Wind, so wie durch das Wasser die bequemsten Maschinen in Bewegung, wodurch man oft die größten Unkosten erspart, die sonst auf Menschen, Thiere, Wasserleitungen ꝛc. giengen; ein Beyspiel sieht man bey den Windmühlen. Doch davon wird sich ein Mehrers mündlich, und deutlicher sagen lassen.

Von dem Schalle.

Hier werde ich zuerst von der **Natur** und **Verschiedenheit** des Schalles überhaupt, sodann 2.) von dem **harmonischen** Schalle, 3.) vom **Instrumentaltone**,

4.) von den Gesetzen des zurückgeprellten Schalles, 5.) und zuletzt von dem Hören selbst handeln.

Von der Natur, und Verschiedenheit des Schalles überhaupt.

§. 383.

Beobachtungen und Versuche. I. Wir wissen es von keinem Körper, daß er einen Schall von sich gebe, ohne daß er vorher auf was immer für eine Weise (z. B. durch Schlagen, Stossen, Reiben, Kneippen ꝛc. durch ein schnelles Ausdehnen wegen einer Flamme ꝛc.) in eine Bewegung ist versetzet worden. 2.) Man kann nur diejenigen Körper zum Schallen bringen, welche wegen einer stärkern Spann- oder Federkraft zur Bewegung aufgelegter sind. 3.) Der Schall selbst nimmt mit der Bewegung, und ihrer Ursache zu und ab. II. Ist der Schall sehr heftig, z. B. bey dem Losbrennen einer Kanone, bey dem Läuten mehrerer Glocken ꝛc. so erzittern davon ganze Gebäude, welches man aus dem Klappern der Fenster schliessen kann. Im Kleinen beobachtet man eben das an einem ruhigen Wasser, das von dem Tone einer nahen Harfe, oder einer Geige in eine, obschon ganz schwache Wellenbewegung versetzt wird. 2.) Der Schall bekömmt eine neue Stärke, daferne man die Luft um den schallenden Körper etwa unter dem Recipienten verdicket. 3.) Er nimmt hingegen mit der Dichtigkeit der Luft ab, und verliert sich endlich nach und nach im Boyleianischen Leere ganz. Doch muß man hier die Behutsamkeit gebrauchen, daß der schallende Körper nicht auf einem sehr elastischen Körper

zu stehen komme, dem die Bewegung mitgetheilet werden kann. Man stelle ihn auf Filz, oder Bley ꝛc.

I. Jeder Schall hat eine Bewegung des klingenden Körpers zum Grunde (I. 2. 3.).

II. Der schallende Körper setzt auch die Luft in eine Bewegung (II. 1. 2. 3.).

III. Ob die Bewegung der gröſsern oder der kleinern Theile des Körpers die Natur des Schalles ausmache, das ist aus der Erfahrung eben nicht entschieden; diese überzeigt uns schlechthin von einer Bewegung, die in den gröſsern sowohl, als in den kleinern Theilen kann gedacht werden.

§. 384.

Eine gespannte Saite, die man bewegt, kann sich nicht hin und her schwingen, ohne daſs bey jeder Schwingung ein Ausdehnen, und Zusammendrücken der kleinern Theile vorgeht. Man ziehe (Fig. XXXVI.) die Saite a b aus ihrer Lage bis d, oder e: hier ist ihre Verlängerung eine nothwendige Folge, und die Verlängerung setzt ein Auseinandertretten der kleinsten Theile zum Grunde. Kömmt die Saite wieder in ihre vorige Lage, so tretten auch die kleinsten Theile in ihre vorige Verbindung. Dieſs geschieht; sollte sich die Saite auch noch so oft hin und her schwingen.

I. Der ganze Beweis, den ich hier von einer Saite gemacht habe, gilt auch von der schwingungsförmigen Bewe-

gung eines jedwedern andern Körpers, ja sogar auch von einem jeden größern Theile dieses Körpers, z. B. von den Fibern eines Stäbchens; denn auch sie bestehen wieder aus kleinern Theilen, die sich bey ihrer Krümmung ausdehnen, und zusammenziehen.

II. Hat man einmal die Anzahl von den Schwingungen der ganzen Saite bestimmt: so weiß man sie auch genau von den Schwingungen der kleinsten Theile, die aus den ersten folgen, und im Verhältnisse damit stehen.

* Die Erklärung des Schalles, und der Töne hangt ganz von der Anzahl, und Natur der Schwingungen ab, wie sich dieses selbst schon einigermassen aus dem begreifen läßt, was bisher gesagt worden ist. Es liegt uns also vor allen ob, diese Anzahl und Eigenschaften der Schwingungen zu bestimmen. In den Beweisen wollen wir uns stäts einer Saite bedienen, davon die Anwendung auf andere tönende Körper gar kein Beschwernis hat.

§. 385.

Wenn die gespannte Saite a b (F. XXXVI.) mehr oder weniger, bis in e oder nur bis d angezogen, und alsdann losgelassen wird: so läuft sie in Schwingungen aus, deren 2.) jede die nämliche Zeit erfordert, sie mögen bis in e oder nur bis in d reichen. Die Saite, welche man nach d hinziehet, wird von den beyden Punkten a und b, an denen sie befestigt ist, nach a d und b d zurückgezogen. Lösen wir die Kräfte von a und b, mit

denen

denen sie zurückgezogen wird, in ac + cd und in bc + cd auf: so sehen wir, daß nur die gemeinschaftliche Kraft cd zur Bewegung der Saite etwas beytragen kann, wenn man diese nach dem Anziehen frey läßt. Diese Kraft aber wird nach der Richtung cd solange wirken, bis die Saite mit ab parallel ist, und sie verhält sich durchaus, wie die Entfernung der Theile von c. Deßwegen muß die Saite in eine beschleunigte Bewegung versetzt werden, welche immer neue Zusätze von Geschwindigkeit erhält, so lange sie auch nur im geringsten von der parallelen Lage mit ab entfernt ist. Aber auch in dieser parallelen Lage kann sie nicht ruhen, sie muß mit der erhaltenen Geschwindigkeit auf der andern Seite gegen g und f auslaufen, bis die zurückziehende Kraft a und b ihrer Geschwindigkeit gleich ist; dann wird sie aber wieder nach c zurückkehren, wieder gegen d auslaufen, u. s. f. und dieß so lange, bis die Bewegung durch was immer für Hindernisse (z. B. durch den Widerstand der Luft, durch das Reiben an den Stiften a und b, woran die Saite befestigt ist) völlig gehemmet wird. Man sehe hierüber die §§. 152. II. III. IV. und besonders §. 225. wo der Beweis von dem zweyten Theile des gegenwärtigen Satzes ganz angezeigt ist, davon man nur die Anwendung machen darf; indem sich auch hier der durchzulaufende Raum jedesmal wie die Kraft verhält.

§. 386.

Die Anzahl der Schwingungen in zwoen gleich langen und gleich dicken metallenen Saiten, an die man aber ungleich schwere Gewichter angehängt hat, ver-

verhält sich gegeneinander, wie die Quadratwurzeln der angehängten Gewichter.

Denn

$$S : s = VT^2 : vt^2 \quad (\S.\ 140.).$$

Man nimmt an, daß die Saiten gleich angezogen werden, folglich ist

$$S = s \text{ und}$$
$$VT^2 = vt^2, \text{ und}$$
$$V : v = t^2 : T^2; \text{ oder}$$
$$\sqrt{V} : \sqrt{v} = t : T.$$

Es verhält sich aber auch die Anzahl der Schwingungen umgekehrt, wie die Zeit (§. 155. III.).

$$N : n = t : T. \text{ folglich auch}$$
$$N : n = \sqrt{V} : \sqrt{v}.$$

* Die Schwingungen der nämlichen Saite fodern alle die nämliche Zeit (§. vorg.); folglich ist der Satz allgemein gesetzt, daß die beyden Saiten nicht gleich angezogen würden.

** Ich foderte im Satze metallene Saiten: die Ursache davon ist, weil sie gleichförmiger sind, als jene, die man aus den thierischen Gedärmen verfertiget.

§. 387.

Ist der Durchmesser, oder die Dichtigkeit der beyden Saiten, und das beyderseits angehängte Gewicht gleich, und nur die Länge verschieden; so hält die Zahl der Schwingungen das umgekehrte Verhältniß der Länge gegeneinander; denn

wenn die Länge verschieden ist, so ist die zu bewegende Masse verschieden, folglich

$$\text{ist } C : c = \frac{V}{M} : \frac{v}{m} = Vm : vM.$$

Weil man die Gewichter gleich, oder $V = v$ setzt, so ist

$$C : c = m : M.$$

Die Masse verhält sich hier wie die Länge

$m : M = 1 : L.$ folglich

$C : c = 1 : L.$ und weil

$C : c = N : n$; so ist auch

$N : n = 1 : L.$ Das ist unser Satz.

§. 388.

Setzt man Gewichter und Länge gleich, den Durchmesser der beyden Saiten aber ungleich, doch so, daß die Figur derselben noch immer ähnlich bleibt; so verhält sich die Anzahl der Schwingungen umgekehrt, wie die Durchmesser der Saiten; denn hier ist

$$V : v = d^2 : D^2 \quad (\S. 70.).$$

$$\text{und} \quad N : n = \sqrt{V} : \sqrt{v} \ (\S. 386.) = d : D.$$

I. Man hat also bey der Bestimmung der Zahl der Schwingungen auf drey Stücke zu sehen: 1.) auf die spannenden Kräfte, 2.) auf die Länge, und 3.) auf den Durchmesser der Saite. Und wenn wir die drey Sätze (§§. 386. 387. 388.) zusammennehmen: so entsteht die folgende **Formel**

$$N : n = \frac{\sqrt{V}}{LD} : \frac{\sqrt{v}}{ld}.$$

II. Diese Formel wird auf eine gewisse Art **allgemein**, und auf die Schwingungen eines jeden andern tönenden

nenden Körpers anwendbar, wenn man sich diesen in gewisse Theile, z. B. eine Glocke in Ringe analysirt, und nur bey den Schwingungen dieser Theile stehen bleibt, als wenn sie eben so viele Saiten wären.

* Die Erfahrung bestättiget diese Sätze auf ein neues, ob sie schon aus den Gesetzen der Mechanik ganz richtig folgen. Man stelle die Versuche mit etwa 69 Schuhe langen Saiten an, damit die Schwingungen gezählt werden können: ändere itzt Gewicht, itzt Länge, itzt Durchmesser; und es verhält sich die Anzahl der Schwingungen, wie oben $= \frac{\sqrt{V}}{LD} : \frac{\sqrt{v}}{ld}$.

§. 389.

Versuche über die Verschiedenheit der Töne I. in Rücksicht auf die Spannung.

Wenn man zwo durchaus gleiche Saiten mit Gewichtern spannt, deren Quadratwurzeln sich wie 2 : 1 verhalten, so tönen sie in der Octav. Ist dieses Verhältniß wie 2 : 3, so tönen sie in der Quint; in der Quart aber beym Verhältnisse $= 3 : 4$; in der Terze endlich $= 4 : 5$. II. Gleichstark gespannte und gleich dicke Saiten tönen in der Octav, Quint ꝛc. wenn man ihrer **Länge** das angezeigte Verhältniß mit den Quadratwurzeln der spannenden Kräfte giebt. III. Eben das ist auch von dem Verhältnisse **der Durchmesser** ähnlicher Saiten zu den Quadratwurzeln der spannenden Kräfte zu verstehen.

Fol-

Folgesätze. I. Wenn ich also die Töne mit T und t ausdrücke, so ergiebt sich auch eine allgemeine Formel

$$T : t = \frac{\sqrt{V}}{LD} : \frac{\sqrt{v}}{ld}.$$

II. Es ist aber auch $N : n = \frac{\sqrt{V}}{LD} : \frac{\sqrt{v}}{ld}$ (§. vorg. I.). Folglich $T : t = N : n$ das ist, **die Töne stehn mit der Anzahl der Schwingungen im genauesten Verhältnisse.**

III. **Die Töne sind** nichts, als **Vergleichungen eines Schalles mit dem andern;** gleichwie also die Töne mit der Anzahl der Schwingungen im Verhältnisse stehen, so hat auch der Schall seinen hinreichenden Grund in eben diesen Schwingungen.

IV. **Die Fähigkeit** und Anlage **des Körpers zum Schalle** besteht daher in der Zusammenfügung desselben, die ihn zu solchen Schwingungen geschickt macht. Das, was den Körper in die schwingende Bewegung versetzt, das **erregt den Schall. Der Schall** selbst sind die Schwingungen.

V. **Den Ton bestimmt die Vielheit der Schwingungen, welche die Saite in gleichen Zeiten macht;** und weil die mehr gespannten, kürzern, und dünnern Saiten nicht nur in mehrere Schwingungen auslaufen (§. vorg. I. und Anm.), sondern auch höher tönen (Vers. I. II. III.): so läßt es sich nimmer zweifeln, daß die **Höhe** (sonus acutus), und die **Tiefe** (sonus gravis)

von der respektiven Vielheit der Schwingungen in der nämlichen Zeit, abhange.

VI. Eine Saite, die auf was immer für eine Weise zu größern Schwingungen gebracht wird (z. B. durch ein stärkeres Anziehen, Kneipyen ꝛc.), giebt einen stärkern und lautern Ton von sich. Ein **Theilgrund** von der **Stärke des Schalles** (soni intensi) liegt also in den größern Raum, den die Schwingungen durchlaufen. Eine andere Ursache dieses Nachdruckes ist ohne Zweifel auch die Vielheit der sich schwingenden Saiten (oder anderer tönenden Körper); denn die hinreichende Ursache kann nicht vervielfältigt werden, ohne daß auch die Wirkung größer sey. Die Dichtigkeit der Luft trägt endlich auch noch das ihrige bey, wie ich sogleich zeigen werde, obwohl es schon genugsam aus dem 2. und 3ten Versuche §. 383. erhellt.

§. 390.

Die Luft wird durch jede Schwingung der Saite zusammengedrückt. 2) Dieses Zusammendrücken muß sich sphärisch durch die Luft von einem Theile auf den andern fortpflanzen. 3.) Und die Fortpflanzung geschieht auf jeden neuen Theil in gleicher Zeit, ohne daß ein Unterschied wegen der **Stärke oder Schwäche, oder der Anzahl der Schwingungen dazwischen kommen kann.**

Das erste ist wohl nicht schwer zu fassen; denn die Saite wenn sie sich schwingt, muß nothwendig auf die nächste Luft

stossen,

stossen, und diese kann ihren Ort, wegen dem Widerstande der nächsten Luft, nicht so geschwind verlassen, als sich die Saite schwingt, folglich wird sie zusammengedrückt. 2.) Die zusammengedrückte Luft sucht sich aber auszudehnen, und drückt die nächsten Theile ebenfalls zusammen, diese wieder die nächsten, und so pflanzt sich dieses wechselweise Zusammendrücken, und Ausdehnen immer durch die Luft fort, und zwar nach einer jeden Richtung im ganzen Umkreise. Wir haben von dieser Fortpflanzung eines elastischen Mittelkörpers beynahe alles schon oben in der Materie vom Lichte erklärt (§. 276.). 3.) Die Gleichheit der Zeit, in der sich sowohl die kleinern als grössern Schwingungen fortpflanzen, bedarf keines neuen Beweises. Man kann hier die natürlichste Anwendung alles dessen machen, was ich kurz vorher von der Zeit der Schwingungen einer Saite (§. 385. 2.), und von der Wellenbewegung bewiesen habe (§. 225.).

I. **Die von der Saite mitgetheilten und fortgesetzten Schwingungen der Luft, verhalten sich** in Absicht auf ihre Anzahl und Stärke **gerade wie die Schwingungen der Saite** selbst, in denen sie ihren hinreichenden Grund haben. Stossen nun die Schwingungen der Luft auf unser Ohr, so vernehmen wir den Ton oder den Schall des schallenden Körpers durch diese mittelbare Fortpflanzung selbst, das ist, wir erhalten einen **Begriff** davon.

II. **Die Stärke des Schalles nimmt in der Fortpflanzung ab, wie das Quadrat der Entfernung vom schallenden Körper zunimmt;**

nimmt; denn die sphärischen Flächen, in die die Bewegung getheilet werden muß, nehmen wie dieses Quadrat zu, und der Schall nimmt wie die Bewegung, d. i., wie die Größe der zubewegenden sphärischen Flächen ab, folglich ꝛc. (§. 273. III.).

III. Nicht nur der stärkere und schwächere Ton, sondern auch der höhere und tiefere müssen in gleichen Zeiten gleichweit fortgepflanzt werden; das erste ist der dritte Theil des Satzes, den wir im gegenw. §. bewiesen haben. Das zweyte beweist man so: der tiefere Ton ist vom höhern blos dadurch unterschieden, daß der höher tönende Körper in der nämlichen Zeit mehrere, der tiefer tönende wenigere Schwingungen mache; und deßwegen muß jede Schwingung des erstern geschwinder geschehen, als jede des zweyten, das ist, des tiefer tönenden Körpers; eben so wird auch die geschwindere Schwingung eher durch die Luft fortgepflanzt. Dessen ungeachtet müssen doch alle geschwindere Schwingungen in der nämlichen Zeit der Luft mitgetheilet werden, in der die langsamern Schwingungen des tiefer tönenden Körpers hingehen; denn nur eine bestimmte Zahl, nicht jede einzelne Schwingung macht den Ton aus. Auf diese Weise werden zwar mehrere und schnellere Schwingungen, aber in dem nämlichen Raume der Luft zur gleichen Zeit vorgehen, da die wenigern und langsamern Schwingungen vollbracht werden, d. i., der höhere und tiefere Ton werden in gleicher Zeit durch gleiche Räume fortgepflanzt.

* Durch was erkennt die Seele, daß diese Schwingung des höhern Tones zu dieser Reihe der Schwingungen, und nicht zu einer andern gehöre? durch die Ordnung, in welcher die Schwingungen eines jeden einzelnen Tones verhältnißmäßig abnehmen.

** Die

** Die Gleichheit der Zeit in der Fortpflanzung des stärkern sowohl als des schwächern Tones haben die Florentiner längst durch Versuche bestimmt, allein über den Raum, welchen der Schall zu jeder bestimmten Zeit durchläuft, stimmen die Versuche nicht zusammen, vermuthlich wegen der Ungleichheit der Luft. Der größte Raum, den der Schall in einer Secunde machte, war in Italien = 1110 paris. Schuhe. Der kleinste in Frankreich war = 1038 eben solche Schuhe. Daß 2.) das Abnehmen des Schalles in einem genauen Verhältnisse mit der Entfernung stehe, darüber wird die Erfahrung nie entscheiden können, ob sie schon einiges Verhältniß außer Zweifel setzet.

IV. Der Schall wird auch durch **andere elastische Körper** (Glas, Metalle, Wasser ꝛc.) vernommen; (§. 383. Vers. 3.): diese **sind** also **geschickt**, die **zitternde Bewegung zu empfangen, und andern wieder mitzutheilen.**

* Da wir von der Natur des Schalles überhaupt handeln, so wäre noch eine sehr bekannte Frage zu entscheiden übrig, ob die Schwingungen der kleinsten, oder der größern Theile des schallenden Körpers die Natur des Schalles überhaupt ausmachen? Diese Frage ist zwar eben von keiner Wichtigkeit, doch will ich meine Meynung kurz darüber anzeigen. Diejenigen, welche dafür halten, daß zwar der Ton von den Schwingungen, z. B. einer ganzen Saite, oder ihrer größern Theile, nicht aber der Schall selbst davon entstehe,

sind

sind durch den §. 389. II. III. IV. genugsam widerlegt. Was sind wohl Töne anders, als verglichene Schalle? und was kann die Vergleichung an der Natur der Dinge ändern? — Sollte man aber die Natur der Töne sowohl, als des Schalles in den Schwingungen der kleinsten Theile suchen; so denke ich, wird man wohl keine andere verstehen, als die wir oben (§. 384.) selber bewiesen haben; denn nur diese können mit den Schwingungen der ganzen Saite genau eintreffen. Warum ich aber vielmehr die Schwingungen der ganzen Saite annehme, dazu bewegt mich neben andern auch folgende Bemerkung: die kleinen Theile, welche sich nach der oben (eben dort) erklärten Weise bey jeder Schwingung ausdehnen und zusammenziehen, wirken hiedurch mehr auf sich untereinander, als auf die Luft, und nur die ganze Saite theilt ihre Bewegung der Luft mit Nachdruck mit; folglich scheinet auch nur durch sie der Schall zu entstehen. Muschenbroeck bestreitet diese Erklärung des Schalles und führt mehrere Experimente an (a), davon ich hier nur das entscheidenste, wie Nollet glaubet, untersuchen will, welches auch das bekannteste ist. „ Man erhält von „ von einer Saite auf der Geige keinen Ton, wenn man „ den Bogen mit Unschlitt oder anderer Fette schmiert. Warum? — „ Weil die kleinsten Theile, sagt Muschen„ broeck, nicht zum schwingen gebracht werden können, „ ob sich gleich die ganze Saite bewegt. „ Ich sehe aber nicht, wie er dieses beweisen kann. Wenn ich eine Saite mit dem Finger anziehe, und sie sodann los lasse, so tönt sie. Nach Muschenbroeck müssen hier also auch die klein-

(a) Instit. Phys. §. 1402.

kleinsten Theile bewegt werden; denn ohne diesem könnte sie nicht tönen. Was erregt aber die Bewegung der kleinsten Theile? Sie entspringet aus der Bewegung der ganzen Saite. Wohl: aber warum folget sie nicht auch aus der Schwingung der ganzen Saite, da diese mit einem fetten Bogen gestrichen wird? Sagt man mir, daß in diesem Falle die gehörige Anzahl Schwingungen, deren in einer Secunde wenigstens 20 geschehen müssen, zum Schalle in den kleinsten Theilen nicht vorgehen kann, weil das Unschlitt als ein weicher Körper die Bewegung hemmt; so antworte ich das nämliche, wenn die Frage ist, warum von den Schwingungen der ganzen Saite kein Ton entsteht? auch derer muß es eine bestimmte Anzahl geben. Dazu hat man auch Experimente, die das Gegentheil von Muschenbroecks Meinung bestättigen. Man sehe meine Abhandlung vom Instrumentalton (*b*).

Von der Harmonie der Töne.

§. 391.

Wenn sich zwo Saiten A und B nebeneinander schwingen, und ihre Schwingungen so zusammentreffen, daß die Saite A zwo, die Saite B aber eine Schwingung oder die Saite A zwo, die Saite B drey Schwingungen in der nämlichen Zeit, und in einem gewissen Verhältnisse machen, so herrscht in den Schwingungen der Saite **Ordnung**. Ein Aehnliches gilt von einem ganzen Chore von Instrumenten oder von was immer für einer Zusammenstimmung mehrerer

Töne

(*b*) Der Instrumentalton. Ingolstadt 1775. §. 17. 18.

Töne. Diese Ordnung, in soweit sie von der Seele empfunden wird, heißt Harmonie, und die Töne, welche die Ordnung halten, heißen harmonische Töne.

I. Die Vollkommenheit der Harmonie wird durch die Vollkommenheit der Ordnung bestimmt; und je mannigfältiger, zusammengesetzter, und vollkommener diese Ordnung ist, um so größer ist die Harmonie.

II. So wie es nun Ordnung entweder in zugleich vernehmlichen, oder in aufeinander folgenden Tönen geben kann, giebt es eine ähnliche Harmonie zugleich vernehmlicher, und aufeinander folgender Töne.

III. Die nämliche Harmonie schafft in verschiedenen Menschen nicht allemal das nämliche Vergnügen, so wenig, als ein jeder die nämliche Fähigkeit besitzt, den Grad der Ordnung zu unterscheiden.

IV. Diese Fähigkeit setzt nicht nur einen zarten und vollkommenen Ohrenbau zum Voraus, sondern auch eine Uebung das Reizende in der Ordnung, und durch Vergleichung das Abwechselnde des Harmonischen zu empfinden.

Vom Instrumentaltone.

§. 392.

Wenn wir die nämliche Saite itzt auf einer Geige, itzt auf einer Harfe ꝛc. oder auf einer andern Geige mit gleichen Kräften spannen: so wird zwar das Wesentliche des Tones alle-

allemal gleich seyn; in dem Zufälligen desselben aber bemerken wir eine große Verschiedenheit. Lassen wir von zweenen Sängern den nämlichen Ton anstimmen, wie groß ist nicht der zufällige Unterschied? — Diese Eigenschaft des Tones, die von der thierischen Lüftröhre, (Trachea) oder von dem Instrumente abhängt, nenne ich den Instrumentalton.

§. 393.

Versuche. I. Man spanne zwo Saiten in einer geringen Entfernung voneinander so, daß die Produkte $\frac{VV}{LD}$ (§. 388. I.) in beyden gleich seyen, und setze alsdann die eine davon in Bewegung: sogleich wird sich auch die andere bewegen, wie man es sehen, und aus dem Tone abnehmen kann, den diese Saite von sich giebt. 2.) Wird zu diesen zwoen gleichstimmigen Saiten auch eine dritte ungleichtönende hingespannt; so wird auch sie durch das Kneippen der andern in eine, obgleich viel schwächere Bewegung kommen. 3.) Ueberhaupt werden diejenigen Saiten, von einer wirklich geschlagenen in stärkere Schwingungen gebracht, deren Produkte (aus den spannenden Kräften, und verkehrt aus der Länge, und dem Durchmesser zusammengesetzt) mit kleinern Zahlen z. B. $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ ꝛc. können ausgedruckt werden. II. Das A tönt auf einer Geige mit dem E sehr vernehmlich, wenn man auch keine andere Saite zurück läßt. Aber auch auf einem mit sehr vielen Saiten bezogenen Instrumente bemerkt man den Mitgang von allen, sobald man nur eine einzige etwas stärker bewegt. 2.) Ja man hat sogar nicht nöthig, eine einzige Saite zu schlagen, um die Töne von den übrigen

zu vernehmen, man darf nur mit dem Finger an die Wände des Instrumentes klopfen.

Folgesätze. I. Die Bewegung von einer Saite theilt sich auch einer andern mit, und macht sie mittönen; besonders, wenn diese einstimmig ist, oder doch ihre Schwingungen mit jenen der gekneipten Saite im gehörigen Verhältnisse stehen.

II. Der Ton so einer mitbewegten Saite müßte um vieles stärker werden, wenn man zu ihr noch mehrere Saiten von gleichen Produkten hinspannen sollte, z. B. neben dem E auf der Geige mehrere A (Verf. II.); dieß folgt aus dem §. 389. VI.

III. Die nämliche Ursache z. B. das Klopfen an die Wände der Geige setzet zwar verschiedene Saiten in eine verschiedene, jedoch allemal jede einzelne Saite in ihre eigenthumliche Bewegung, das ist, zu der sie die besondere Anlage hat; denn sonst würde man wohl den Ton von jeder nicht bemerken können.

§. 394.

Die Ursache dieser Erfahrungen liegt theils in der Luft, theils in der Einrichtung des Instrumentes. In der Luft; denn es wird ihr die Bewegung der gekneipten Saite mitgetheilet: sie setzt die ähnlichen Schwingungen fort, und stoßt auf die in der Nähe gespannte Saite: dieser Stoß wird in einer kurzen Zeit unzähligmal wiederholt, und die Saite nimmt endlich auch die Schwingungen, und den Ton an, zu

den sie gemäß ihrer Spannung, Länge, und Dicke durch die wiederholten Stöße der Luft bestimmt wird. In der Einrichtung des Instrumentes; denn die Saite kann sich nicht schwingen, ohne daß sie bey jedesmaligen Auslaufen mehr gespannt werde, folglich stärker auf die Schrauben, Stiften ꝛc. auf den Sattel, und durch diesen auf die Wände der Geige (welche mittels des Stimmstockes aufeinander drücken) bey jeder Schwingung wirke. Da nun auf diese Weise die Theile des Instrumentes selbst bewegt werden, so müssen sie auch die darauf gespannten Saiten aus einem neuen Grunde zur Bewegung bringen (§. vorg. Vers. II. 2.).

I. Die gleichtönigen Saiten werden am leichtesten zu den ähnlichen Schwingungen gebracht, und die übrigen um so leichter, wie öfter ihre Schwingungen mit den Schwingungen der geknei pten Saite eintreffen.

II. Die höher tönende Saite z. B. das E erregt in der tiefern leichter eine Bewegung, und den Ton, als die tiefere in der höhern, z. B. A, weil die Schwingungen der höhern geschwinder, und häufiger sind, folglich mit der tiefern auch öfter eintreffen, als die Schwingungen der tiefern mit jenen der höhern Saite.

§. 395.

Fernere Versuche. Den reinsten, und einfachsten Ton erhält man von einer metallenen Saite, die man bloß in der Luft (d. i. ohne daß sie leicht mit andern Körpern communiciren kann) an zweenen Stiften spannet; man legt bey den Stiften einen weichen Körper unter, um alle Mit-

Mittheilung der Bewegung zu verhindern. 2.) Der Ton ist hingegen schon sehr vermischt, sobald man auch die nämliche Saite über ein wohlgetrocknetes Brettchen spannt. 3.) Nach Verschiedenheit des Brettchens (wenn man die Saite nach und nach über mehrere spannet) giebt es auch in dem Tone Aenderungen. 4.) Auch den Schlag einer Sackuhr vernehmen wir bald heller, bald schwächer, je nachdem man sie bald auf einen elastischen, bald auf einen unelastischen, das ist, weniger elastischen Körper bringt.

I. Auch die **Theile des Körpers**, über welchen eine Saite gespannt ist, **werden von der Saite zum Tönen gebracht**; denn sonst müßte die Saite, oder die Sackuhr überall den nämlichen Ton geben.

II. **Die Verschiedenheit des Tones** wird also von der Zahl, und Beschaffenheit der mitklingenden Theile und Fibern bestimmt, auf welche die Saite gespannt ist. Der Ton muß sogar harmonisch seyn, wenn die Schwingungen von den Theilen des Instrumentes die erforderliche Ordnung beobachten.

III. **Die Vollkommenheit eines Saiteninstrumentes** hängt blos von der Fähigkeit der einzelnen Fibern ab, die sie zu dieser oder jener Anzahl Schwingungen in gleichen Zeiten haben.

* Zur Verstärkung und zur Annehmlichkeit des Tones trägt ohne Zweifel auch der Bau, und die Wölbung ꝛc. des Instrumentes in soweit etwas bey, als die Töne dadurch unter verschiedenen Winkeln, und öfters zurück-

zurückgeprellt werden; doch dieses, weil wir noch nichts von dem Zurückprellen des Schalles gemeldet haben, soll uns unten deutlicher werden.

** Es ist nun sehr leicht, von den Saiteninstrumenten eine Anwendung auf die übrigen musikalischen Instrumente zu machen: Man theilt sie noch hauptsächlich in Schlag- und Blasinstrumente.

§. 396.

Zu der ersten Klasse rechnet man die **Trommeln, Paucken**, und alle diejenigen Instrumente, welche aus hölzernen oder metallenen Stäbchen zusammengesetzt sind, z. B. die **Triangel** ꝛc. das bekannte **hölzerne Gelächter** ꝛc. So verschieden diese Instrumente von den Saiteninstrumenten sind, so genau passet doch die erklärte Theorie von diesen auch auf dieselben. Der Ton der Trommel, oder einer Pauke wird durch die Spannung erhöhet: das ausgespannte Fell schwingt sich, wie eine Saite, und kömmt mit den Saiten in den zweyen Punkten überein. 2.) Die Verschiedenheit des Tones in mehrern gleichgestimmten Paucken, Trommeln, u. s. w. hat auch hier ihren hinreichenden Grund in den mitklingenden Theilen des Instrumentes, welche nach der Proportion ihrer Materie, Dichtigkeit, Länge, Spannung ꝛc. einen zusammengesetzten Ton gebähren. 3.) Die Erfahrung überzeugt uns auch bey den hölzernen und metallenen Stäbchen, daß der Ton mit der Dicke, und Länge derselben im Verhältnisse stehe; sie haben also auch eine ähnliche Erklärung.

§. 397.

Die Theorie der Saiteninstrumente läßt sich auch ganz auf die Blasinstrumente anwenden. Die Luftsäule, welche in einer Trompete, in einer Pfeife ꝛc. eingeschlossen ist, kömmt durch das Blasen eben so in Bewegung, wie eine Saite durch das Kneippen ꝛc. Der Ton dieser Luftsäule verhält sich umgekehrt, wie ihre Länge, und ihr Durchmesser: davon geben uns die Orgelpfeifen den sichersten Beweis. Bey einigen Blasinstrumenten hat man Aufsätze um ihre Länge und damit den Ton zu verändern. 2.) Durch die Bewegung der Luftsäule werden auch die Fibern des Instrumentes bewegt, und deßwegen muß auch hier ein zusammengesetzter, und nach Beschaffenheit des Instrumentes verschiedener Ton hervorgebracht werden.

§. 398.

Beobachtungen über die Menschenstimme. I. Das Hauptinstrument hiezu ist der **Kehlkopf** (Larynx), eine ausgehöhlte Maschine, die von Knorpeln zusammengesetzt, und durch Bänder (ligamenta) und muskelförmige Fibern mit der Luftröhre (Trachea) verbunden ist (a). 2.) Die Größe, Gestalt, und Dicke der Knorpeln sowohl, als der übrigen Theile ist sehr verschieden. 3.) Unter den Bändern zeichnen sich besonders zwey Paare aus, von welchen die kleine Oeffnung gebildet wird, durch die die Luft aus der Luftröhre in den Mund kömmt; denn dieselben ziehen die Oeffnung itzt mehr zusammen, itzt mehr auseinander. 4.) Der ganze Kehlkopf ist an die Luftröhre so angebracht, daß er über

die

(a) von Haller Physiol. T. III. L. IX. S. III.

die gewöhnliche Lage um einen halben Zoll erhöhet, und erniedriget werden kann.

II. Versuche des Herrn Farrein (b).

Er schnitt den Kehlkopf sammt der Luftröhre ꝛc. aus verschiedenen Thieren, und hernach auch aus einem Menschencadaver heraus: blies Luft in denselben auf die Art, wie es ungefähr von der Lunge geschehen möchte: und er erhielt nicht allein die Stimme eines jeden Thieres, sondern auch eine ganz deutliche Menschenstimme. 2.) Der Ton war zwar stärker oder schwächer, wenn er die Oeffnung des Kehlkopfes verschieden erweiterte, oder zusammen zog; doch die Höhe desselben blieb allemal die nämliche. 3.) Er brachte die Bänder (ligamenta) in eine Bewegung, und entdeckte Schwingungen daran, die sich wie die Schwingungen einer Saite durch Anrühren oder Zusammendrücken der Bänder hemmen ließen, und den Schall unmöglich machten. 4.) Er richtete es an, daß sich nur der halbe Theil des Bandes bewegen konnte, und der Ton, den er erhielt, war in der Octav mit dem vorigen, wo sich das ganze Band bewegte; eben so war die Stimme in der Quint, wenn er zween dritte Theile in Schwingungen kommen ließ. Er theilte endlich das Band mit einem Unterbande in zween Theile, und ließ sich die beyden Theile bewegen; der Ton war abermal in der Octav.

I. Der Ton, den man aus dem Kehlkopf erhält, hat mit dem Saitentone eine große Aenhlichkeit, und hält das umgekehrte Verhältniß von der Länge der Bänder.

II. Wenn

(b) Memoires de l'Acad. Paris. 1741.

II. Wenn man gleich keine sichern Erfahrungen von dem Verhältnisse der Dicke, und Spannung der Bänder einholen kann: so versichert uns doch die Anatomie, daß diese Bänder in verschiedenen Menschen verschiedene Beschaffenheit haben; ja, die nämlichen Bänder müssen mit den Jahren der Menschen große Aenderungen leiden; und eben darum wird der Ton nach dem Verhältniß der Dicke, Spannung und Länge, so wie in den Saiten verschieden seyn.

III. Durch die Erhöhung des Kehlkopfes werden die Bänder mehr angestrengt, und durch die Erniedrigung nachgelassen. Das macht Aenderungen in der Höhe und Tiefe des Tones.

IV. Die Luft, welche aus der Lunge verdrängt wird, setzt den ganzen Kehlkopf in eine Bewegung, und die Knorpeln tragen als soviele Theilgründe zur Verschiedenheit des Tones bey; denn da ihre Fertigkeit zur Bewegung so viele Grade hat, als sich in jeder Kehle von der Länge, Dicke, und Härte der Knorpeln denken lassen, so entsteht in ihnen auch eine diesen Stücken angemessene Bewegung, das ist, eine neue Mischung von Tönen.

§. 399.

Der Instrumentalton ist also nichts, als ein zusammengesetzter Ton, wo den vordringenden Ton mehrere andere Töne begleiten. Herrscht unter den begleitenden Tönen Ordnung und Harmonie, so wird der Instrumentalton vollkommen und angenehm seyn, und der Seele ein

ein um so gröſseres Vergnügen verschaffen, als gröſser und manigfaltiger die Harmonie ist (§. 391.).

§. 400.

Man kann sich einen jeden Körper, der des Schalles fähig ist, als eine Zusammensetzung aus lauter elastischen Fibern und Fasern, oder aus Ringen, wie bey einer Glocke ꝛc. wenigstens in der Einbildung vorstellen; und dieſs ist schon genug, um uns einen Begriff vom Entstehen des Schalles in einem jeden schallenden Körper zu machen, warum er so und nicht anders klinge. Alle Theile, alle Fibern werden durch den Streich, mit dem wir den Körper zum Schallen bringen wollen, in eine zitternde Bewegung versetzt; weil aber nicht alle Theile gleich lang, gleich dicke, und etwa auch nicht alle gleich gespannt sind, und doch die Geschwindigkeit und Zahl der Schwingungen von diesen dreyen Stücken abhängt (§. 388. I.): so müssen sie verschiedene Bewegungen annehmen, und einen sehr zusammengesetzten Ton gestalten. Sollten sich gewisse Fibern stärker schwingen, oder von gleicher Art mehrere vorhanden seyn: so müſste der Ton derselben, ob er schon mit vielen andern vergesellschaftet wäre, allen andern vordringen. Im widrigen Falle würde sich kein Ton besonders ausnehmen, sondern ein bloſses Gewirre von Tönen gehört werden.

Vom

Vom zurückgeprellten Schalle.

§. 401.

Beobachtungen und Versuche. Wenn man einem Gebäude, einem Gehölze, einem Berge ꝛc. gegenüberstehet, und gegen dieselbe ein Geschrey, oder ein Getöse, oder was immer für einen Schall erreget: so hört man diesen Schall entweder **verstärkt**, oder, wenn der Gegenstand, wohin man schreyt, merklich entfernt ist, nach einer kleinen Pause völlig **wiederholt.** 2.) Man hänge in dem Focus eines paraboliſchen Spiegels einen leiſe schallenden Körper, z. B. eine Sackuhr auf, und versetze sich mit dem Ohre in den Focus eines andern, dem vorigen parallel gegenüber stehenden paraboliſchen Spiegels: so vernimmt man den Schlag dieſer Uhre ganz deutlich im Focus, ohne daß ihn andere, die auch sehr nahe herumstehen, vernehmen können.

I. **Der Schall wird von entgegenstehenden Körpern zurückgeprellt;** denn woher sollte seine Verstärkung, und der Widerhall entstehen (1.) die man in der Abwesenheit eines Gegenstandes nie erfährt?

II. **Der Winkel, unter welchem der Schall von einem Körper zurückgeprellt wird; ist allemal dem Winkel gleich, unter welchem er auffällt;** denn nur in dieſem Falle kann der Schlag der Sackuhr im Focus des gegenüberstehenden Spiegels vernehmlich seyn (2.), gleichwie auch nur in dieſem Falle der Schall im Brennpunkte des Spiegels gesammelt, und verstärket werden kann.

III. Ist

III. Ist der zurückprellende Gegenstand so weit entfernet, daß man den zurückgeprellten Schall, vom ursprünglichen unterscheiden kann: so erhalten wir den **Wiederhall**, das **Echo**. Daher kömmt es, daß der zurückprellende Körper wenigstens $63'$ entfernt seyn muß, um ein Echo hervorzubringen; denn höchstens kann zwischen dem ersten, und dem wiederholtem Schalle $\frac{1}{9}$ Secunde der Zeit merklich seyn; in diesem Zeitpunkte aber kann der Schall nicht mehr Raum als $126'$, das ist, im Hinwege $63'$ und im Rückwege $63'$ durchlaufen. Wo man diese Entfernung nicht hat, da giebt es nur einen verstärkt anhaltenden Schall, d. i. eine **Resonanz**.

§. 402.

Der Schall wird zurückgeprellt, weil die kleinsten Theile des entgegenstehenden Körpers den Lufttheilchen, die sich gegen dieselben auszudehnen bestreben, widerstehen; denn die Luft geräth bey jedem Schalle in eine Bewegung: sie wird wechselweise zusammengedrückt, und dehnt sich aus; steht diesem Ausdehnen nach einer Richtung ein Hinderniß (welches hier die kleinen Körpertheile sind) entgegen; so geschieht es nothwendig nach der entgegengesetzten Richtung, und die Luft fängt eben dahin neue Schwingungen an, und trägt den abgeprellten Schall zu unserm Ohre zurück.

I. Fällt der Schall in gerader Linie und **unter einem rechten Winkel** auf den Widerstand auf, so wird er auch unter eben dem Winkel zurückgeprellt werden; im Gegentheile wirft ihn ein schief entgegenstehendes Hinder-

niß

niß auch nach einer andern schiefen Richtung zurück; denn hier hat die Luft zwar auch einen Widerstand, aber einen viel geringern gegen die Seite; sie muß sich also auch dorthin mehr ausdehnen und von ihrer vorigen Richtung so abweichen, daß der Reflexionswinkel beynahe dem Auffallswinkel gleich werde.

* Die vollkommene Gleichheit des Reflexionswinkels läßt sich hier nicht so genau, wie in der Localbewegung erweisen; eben darum wollte ich sie auch nicht gänzlich behaupten. Die Versuche können dessen ungeachtet erklärt werden, wenn die Reflexion nur beynahe unter einem gleichen Winkel geschehen muß.

II. Nicht jeder Körper ist geschickt dazu, den Schall zurückzuwerfen; so, wie auch nicht die Theile eines jeden dem Ausdehnen der Lufttheilchen widerstehn.

III. Wird der Schall von mehrern Körpern abgeprellt, welche aber von dem Orte, wo man den Schall erregt, verschiedene Entfernungen haben: **so giebt es auch ein mehrere Male wiederholtes Echo;** weil man den zurückgeworfenen Schall von einem nähern Körper schon vernommen hat, bis der andere aus einer größern Entfernung ankömmt u. s. w. Die spätern Echo werden aber auch allemal schwächer seyn, als die erstern, weil der Schall im Quadratverhältnisse der Entfernung abnimmt (§. 390. II.). Es wäre denn, daß dieses Abnehmen auf eine andere Weise, durch das stärkere Zurückprellen von einem mehr tauglichen Gegenstande, oder durch das Zusammentreffen mehrerer Echo, ersetzt würde. So würde z. B. zwischen zwoen parallelen

Mauern

Mauern das erste Echo stärker, das zweyte schwächer, und das dritte wieder verstärkt gehört werden; wenn das Ohr von der einen Mauer doppelt so weit, als von der andern entfernet wäre, und ich eben dort einen Schall erweckte.

* Einige wollen auch den anhaltenden Schall des Donners durch das Echo erklären; allein diese Erklärung will mir gar nicht genug thun. Ich kann auf einer grossen Ebne, auf dem weiten Meere keinen zurückprellenden Körper ausfindig machen. Die Wolken kann man gewiß nicht dafür ansehen; denn der Schall wird durch sie fortgepflanzt, ihre kleinen Theile erhalten die elastische Bewegung der Luft, und theilen dieselbe andern Theilen mit. Ich halte vielmehr dafür, daß man den hinlänglichen Grund von dem Anhalten des Donners theils in der Lage des Blitzes, theils in den Gesetzen der Fortpflanzung des Schalles aufsuchen müsse. Es werde (Fig. XXXVII.) durch den ganzen Raum, welchen die Linie adegfn bezeichnet, der Blitz entzündet: so muß die Luft, welche durch den Blitz verdrängt, und wie von einem schallenden Körper zusammengedrückt wird, sogleich eine schwingende Bewegung annehmen, und den Donner bis zu unserm Ohre verbreiten. Da nun der Schall nach und nach fortgepflanzt wird: so muß ihn das Ohr in A erst von a, dann b, c, u. s. w. aber wegen der größern Entfernung immer schwächer hören. Der Schall aus ed, und noch mehr aus fg muß sehr verstärkt werden, weil hier das, was die Entfernung beträgt, durch die größere Luftmaße ersetzet wird. In der Folge muß aber der Don-

ner

ner wieder ordentlich im Quadratverhältnisse mit der grösseru Entfernung abnehmen.

** Die Beschaffenheit, und die Eigenschaften des Sprachrohres (Tubi stentorii) lassen sich leicht aus dem, was bereits gesagt worden ist, begreifen. Z. B. warum das Sprachrohr eine konische, und gleich vom Anfange an dem Theile bey der Oeffnung eine ellyptische Figur haben müsse: warum eine sehr elastische Materie zu demselben erfordert werde: warum der Schall, oder der Ton verstärkt, und abgeändert werden muß u. s. f. Alles dieses sage ich, läßt sich leicht aus dem vorhergehenden, und aus der XXXVIII. Figur begreifen, und wird in den öffentlichen Vorlesungen genau auseinander gesetzt werden.

Von dem Hören.

§. 403.

Anatomische Beschreibung des Ohres

(Fig. XXXIX.). 1.) Der äußere sichtbare Theil des Ohres AB wird wegen seiner Gestalt die **Muschel** (Concha) genannt. 2.) Aus dieser geht eine Oeffnung bey C in den **Gehörgang** (meatus auditorius) welcher eine cylinder- und ellypseförmige Aushöhlung ist, so von D bis E reichet. 3.) Am Ende des Gehörganges ist ein sehr elastisches Häutchen schief dagegen ausgespannt, welches man das **Trommelfell** (Tympanum) nennt. Dieses scheidet den Gehörgang von einer andern merklich großen Höhle (der **Trommelhöhle**) ab. An dem Hintertheile des Trommelfells in der Trommelhöhle liegen vier kleine Knochen: der **Ham-**

mer

mer h, der Amboß k, das linsenförmige Knöchlein i, und der Steigbügel n, das Trommelfell kann mittels des Hammers durch eine besondere Muskel mehr oder weniger gespannt werden. 4.) In die Trommelhöhle geht aus dem Munde bey einer Oeffnung am Gaume ein Kanal M, der die Trompete des Eustachius (Tuba Eustachiana) von seinem Erfinder genannt wird. 5.) Aus der Trommelhöhle führt uns eine ovale Oeffnung (fenestra ovalis) in den Vorhof des Irrganges (Vestibulum labirynthi): dieser Vorhof verlängert sich sowohl in den Irrgang, als in die Schnecke (cochleam): der Irrgang begreifet drey halbkreisenförmige Kanäle O, P, Q, welche durch fünf Oeffnungen mit dem Vorhofe communiciren. 6.) Die Schnecke aber, als der innere Theil des Ohres S ist ein konischer schneckelinichter Kanal in anderthalb Kreise gewunden; und wird von einer theils aus Gebeinchen aaa (Fig. XL.), theils aus Häutchen bbb zusammengesetzten schneckenförmigen Scheidewand (Lamina spiralis) nach der Länge in zwey halbe Kanäle getheilt, wovon der eine in den Vorhof des Labyrinthes reichet, der andere aber sich durch das Häutchen der runden Oeffnung (fenestræ rotundæ) an der Trommelhöhle schließet. Auf dieser Scheidewand gehen rings herum aus dem Kern der Schnecke die feinsten nervichten Fasern aus, die gegen der Spitze der Schnecke zu immer kürzer werden.

Dieß ist beyläufig der Bau des Ohres nach seinen Haupttheilen: nun wollen wir ihren Gebrauch bey der Empfangung des Schalles erklären.

§. 404.

Das äußere Ohr, die Muschel, trägt vieles zur Verstärkung des Schalles bey: ohne dasselbe würden nur diejenigen Radii des fortgepflanzten Schalles in den Gehörgang kommen, welche auf dessen Oeffnung auffielen; vermittels dieses muschelförmigen Gebäudes aber werden durch die Reflexion unter einem gleichen Winkel auch diejenigen dahin versammelt, welche auf die äußern Theile der Muschel treffen. Boerhaave (a) hat verschiedene Linien auf die Muschel gezogen, und bey der Bestimmung des Reflexionswinkels gefunden, daß die abgeprellten Linien alle in der Oeffnung des Gehörganges zusammen treffen.

* Darum geben die Thiere ihren Ohren unterschiedschiedliche Richtungen: 2.) darum hören Menschen ohne Muschel sehr schwach, und oft nur ein verwirrtes undeutliches Gemurmel: 3.) eben darum können wir unser Gehör mit der hohlen Hande, und durch verschiedene andere Instrumente anstrengen. 4.) Hieraus versteht man auch, wie man den mindesten Laut in gewissen Gebäuden (z. B. ehemals aus dem Dionisianischen Kerker) vernehmen müsse.

II. Durch den Gehörgang wird der Schall versammelt, auf das Trommelfell hingeleitet, und zum Theile auch verstärket. Das erste begreift man aus der Figur, und das zweyte folgt aus der elastischen Natur des Gehörganges, vermöge welcher er auch selbst jede schwingende Bewegung annehmen kann.

III.

(a) H. von Haller Physiol. T. V. L. V. S. III. §. 1.

III. Daß die Trommel mittels der Knochen, welche an ihr liegen, eine verschiedene Spannung erhalte, davon überzeuget uns die ganze Einrichtung, und sonderbar die Gegenwart der Mußkeln. Daß aber diese Spannung mit den Tönen in einem Verhältnisse stehe, und daß sie mit jedem andern Tone abgeändert werde, das läßt sich wohl sehr hart behaupten. Man stelle sich vor, welch eine Menge verschiedener Spannungen das Trommelfell eines geübten Musikers empfangen müßte, der die Töne eines ganzen musikalischen Chores in einem und eben dem Augenblicke vernimmt, und voneinander unterscheidet. Der Gebrauch, den die verschiedene Spannung des Trommelfells hat, scheint sich nicht weiter zu erstrecken, als daß wir den nämlichen Ton bald deutlicher, bald undeutlicher hören. Sehr wahrscheinlich ist es, daß die Seele das Fell spanne, wenn der Ton aus was immer für einer Ursache (z. B. wegen der zu großen Entfernung des schallenden Körpers, wegen der Feuchtigkeit der Luft, wegen dem Mittönen anderer Körper ꝛc.) sehr schwach ist, und sie ihn nicht deutlich genug vernimmt. Denn durch diese Spannung wird das Trommelfell geschickter die Schwingungen anzunehmen, ob es nun gleich für die Schwingungen eines jeden Tones die nämliche Spannung behält. Neben dem hat das Trommelfell noch einen besondern Nutzen, daß es nämlich die Luft in der Trommelhöhle von den Veränderungen der äußern Luft beschütze, welche alsdann freyen Durchzug durch den Gehörgang und die Trompete hätte, und die Schnecke vielleicht selbst verletzen könnte. Eben darum aber mußte dieß Fell sehr elastisch, und verschiedener Spannungen fähig seyn, damit der Schall, der nicht unmittelbar auf die Luft in der Trommelhöhle wir-

ken kann, mittels dieses Felles doch genugsam fortgepflanzt werden könnte.

* Daß das Trommelfell zum Hören nicht durchaus nothwendig sey, überzeugen uns Erfahrungen (a), und Versuche (b). Doch beweisen auch eben diese, daß es wenigstens zur Erhaltung des Gehöres vieles beytrage, denn der Hund des Willisius ward doch endlich nach dreyen Monaten, als man ihm das Trommelfell einbrach, gehörlos (c).

IV. **Der Schall kann auch durch die Trompete des Eustachius in die Trommelhöhle gebracht werden:** das ist die Ursache, warum wir auch den Mund aufthun, um deutlicher zu hören. Wenn man sich die Ohren schließt, oder wenn sie von der Natur bey den Tauben geschlossen sind, und ein klingendes Instrument in dem Munde gehalten wird; so kann man aus der eben angezeigten Ursache noch immer einen Schall vernehmen.

V. **In dem Irrgange** wird der Schall ferner zurückgepreßt, und auf unterschiedliche Weise versammelt.

VI. **Das Hören selbst** geschieht eigentlich unmittelbar durch den Gehörnerve, der sich schon in dem Vorhofe, und im Labyrinthe, hauptsächlich aber in der Schnecke ausbreitet; denn nur die Nerven sind empfindlich (§. 334. IV.),

und

(a) Phil. transact. n. 461. Lieutaud. précis de medec. prat.
(b) Willisius de anima Brutorum. p. 133. Physiol. Halleri an obigem Orte §. 2.
(c) Eben dort.

und Beyspiele überführen uns, daß man auch noch bey verletzten knochichten Theilen hören kann.

* Dieser Erklärung entgehet nichts, Wenn der Irrgang, und die Schnecke selbst mit Wasser gefüllet ist, wie H. Phil. Frid. Meckl (a) behauptet; denn auch das Wasser nimmt den Schall an, und pflanzet ihn fort (§. 390. IV.): ja weil es dichter ist, als die Luft, wird es auf die Nerven so, wie die Berührungspunkten häufiger sind, stärker wirken.

IV. Kapitel.

Von den Wirkungen der Luft, in soweit sie in den sehr kleinen Abständen anziehende Kräften hat.

Als Wirkungen dieser Kräfte betrachte ich die Ausdünstung, und alle übrigen Wassermeteoren in der Luft, die mit der Ausdünstung verbunden sind. Mich deucht also, hier sey der ächte Ort dieselben zu erklären. Zuerst werde ich die **Theorie der Ausdünstungen** festsetzen, und hernach eine ganz ungezwungene Anwendung auf die besagten **Meteoren** machen. Beydes zugleich wird diese Kräfte außer allen Zweifel setzen.

Die Theorie der Dünste.

§. 405.

Unter dem gemeinen Name der **Dünste** versteht man alle fremden Theilchen, welche von allen Gattungen der

(a) Diss. Anatomico-Physiologica de Labirinthi contentis Argentorati 1777.

Körper in die Luft aufsteigen; ich werde mich aber künftig dieses Wortes nur für die **flüßigen** Theilchen bedienen, und die Theilchen aus den **festen** Körpern **Dämpfe** nennen: so sind Wassertheilchen **Dünste**; und Erde- Salz- Harztheilchen ꝛc. **Dämpfe.** **Ausdünstung** oder **Ausdämpfung** heißt also nichts anders, als eine Absönderung und Erhöhung ganz kleiner flüßiger, oder fester Theilchen von den Körpern, deren Bestandtheile sie waren.

I. Bey einer jeden Ausdünstung geht eine Auflösung und Absönderung vor.

II. Die aufgelößten Theilchen müssen auch in die Luft erhoben werden.

III. Wenn diese Erhöhung durch die Schwere der Luft, und nach hydraulischen Gesetzen bewirkt werden soll; so müssen die Dünste sowohl als die Dämpfe specifisch leichter werden, denn die Luft.

§. 406.

Beobachtungen. I. Von einem Wasser, das man bey der Nacht, auch in der wärmsten Jahreszeit, der freyen Luft ausgesetzet, dünstet die ganze Nacht über beynahe nichts, oder doch nur sehr weniges aus. Mit der Aufnahme des Tages fängt die Ausdünstung an, wächst, und nimmt wieder ab mit dem Tage. 2.) Dieß gilt in allen Jahreszeiten, obschon mehr im Sommer, als im Herbst und Frühlinge, in diesem mehr, als im Winter. II. Die Ausdünstung im Frühlinge und Herbste verhält sich so ziemlich gleich. H. von Haller (a) hat nach 10 jährigen Beobachtungen die mittlere Aus-

(a) Memoires de l'Acad. paris 1764.

Ausdünstung aus seinem Salzwasser im Merzen, und im Weinmonathe = 15''' befunden. 2.) Niemal aber hat es im ganzen Jahre an einem einzigen Tage mehr denn 3''' ausgedünstet. 3.) Mit dem Grade der Wärme stand das Ausdünsten insgemein, und größtentheiles so ziemlich im Verhältnisse; doch war auch das nicht allgemein: an gleich warmen und heitern Tagen war es manchmal ungleich; und oft dünstete an wärmern Tagen weniger, als an kältern aus, obschon auch die Luft gleich heiter war.

§. 407.

Die Ausdünstung kann nicht nach hydrostatischen Gesetzen durch den Druck der Luft auf die specifisch leichtern Wassertheilchen, oder auf eine specifisch leichtere Zusammensetzung aus Luft und Wasser bewirkt werden; denn woher sollte eine solche Ausdehnung des Wassers oder auch der Luft bey kältern, wie bey wärmern Wetter entstehen? Die specifische Schwere des Wassers verhält sich zu jener der Luft beynahe = 1000 : 1 (§. 237. Anm.). Es kann also weder das Wasser, noch die Luft so ausgedehnt werden, daß das Wasser, oder auch eine Zusammensetzung aus Luft und Wasser die erforderliche specifisch größere Leichtigkeit bekäme.

* Hiedurch ist sowohl die Meinung des Freyh. von Wolf, als des H. Krazenstein widerlegt. Wolf nahm zu seiner Erklärung Wasserbläschen an, die mit sehr ausgedehnter Luft, oder etwa gar nur mit Feuertheilchen angefüllt

gefüllt wären, und hiedurch specifisch leichter, denn die Luft würden, da doch gewiß ist, daß sich die durch die Sonnehitze ausgedehnte Luft zu der andern verhält = 3 : 1 und beym siedenden Wasser = 7 : 1; die specifischen Schweren aber = 1000 : 1. Krazenstein bestreitet diese Meinung mit diesen und noch andern ganz überzeugenden Gründen (a), und bemühet sich eine andere fest zu setzen: die Wasserbläschen bleiben nach seinen Gedanken immer schwerer als die Luft: die Luft aber wird über einem heißen und siedenden Wasser, so wie auch über dem Feuer dergestalt ausgedehnt, daß sie sammt den Wasserbläschen eine Zusammensetzung ausmacht, welche von der ringsherum noch kältern Luft in die Höhe gedrückt wird. Ob diese Erklärung nun schon von den Dünsten welche von einem siedenden Wasser, und über einem Feuer erhoben werden, hinlänglich seyn mag; so reicht sie doch nicht zu, um uns auch das Aufsteigen der Dünste aus jedem Wasser in die Luft begreiflich zu machen, wenn die Luft über dem Wasser kälter, oder doch gewiß nicht wärmer als die übrige ist.

§. 408.

Man kann auch die Feuertheilchen, welche aus den wärmern in die kältern Körper übergehen, nicht als Dünsteträger ansehen, welche das Wasser erheben, und mit sich forttragen sollten; im Frühlinge, wo das Wasser gemeiniglich kälter als die Luft ist, müßten die Feuertheilchen aus der Luft in das Wasser gehen: folglich wäre hier

(a) Abhandlung von dem Aufsteigen der Dünste und Dämpfe. Halle 1774.

hier keine Ausdünstung möglich; und dennoch belehrt uns die Erfahrung vom Gegentheile: die Ausdünstung geht im Frühlinge wie im Herbste, und im Sommer vor (Beob. I. 2.). Zu Nachts gehn die Feuertheilchen sehr häufig in die geschwinder erkältete Luft aus dem noch warmen Wasser über, warum sollten sie nicht auch hier Wassertheilchen mit sich nehmen, wenn das ihr eigenes Geschäfte ist (Beob. I.)?

§. 409.

Wenn man das Aufsteigen der Dünste mit dem H. **Krazenstein** (§. 407. Anm.), oder durch die Feuertheilchen vorg. §. erklären will: so muß man zugeben, daß nach der ersten Lehre die **Lufttheilchen**, und nach der andern, die **Feuertheilchen das Wasser stärker anziehen, als daß ihre Kraft** von der Schwere **der Wassertheilchen und den anziehenden Kräften, mit welchen diese untereinander zusammenhangen, könnte überwunden werden.** Die Luft- oder Feuertheilchen müßten die schweren Wassertheilchen in die Höhe tragen: wie läßt sich das denken, ohne daß eben diese mit den Lufttheilchen zusammen hangen, den Zusammenhang des Wassers aufheben, und die Schwere der getrennten Theilchen überwinden? Die Wassertheilchen mußten also auch in diesen Meinungen einen stärkern Zusammenhang mit der Luft erhalten, als daß er durch ihre Schwere könnte getrennt werden.

* Anziehender Kräfte bedarf man also bey einer jeden Erklärung der Dünste, wenn man sie auch nicht als den allgemeinen, und hinlänglichen Grund

der Ausdünstungen annehmen will. Lassen sich nun aus den anziehenden Kräften alle Meteoren der Dünste deutlich herleiten: so denke ich, wird man wohl nimmer an dem Daseyn, und dem Wirken dieser Kräfte zweifeln. Der Schluß, den ich mit Newton (a) machen werde, ist der: Wenn ich die anziehenden Kräfte zu Hilfe nehme, so erkläre ich das ganze Geschäft der Ausdünstungen deutlich, und diese müssen so vor sich gehen, wie wir sie beobachten; dieß läßt sich von keiner andern Ursache behaupten, ja die Beobachtungen widersprechen allen bisherigen Meynungen: folglich läßt sichs an der Wahrheit und Wirklichkeit dieser Kräfte nimmer zweifeln: und dieß auch darum um so weniger, weil diesen Kräften selbst die Einförmigkeit, und Aehnlichkeit mit andern Wirkungen eine große Wahrscheinlichkeit giebt. Dieß letztere will ich zuerst zeigen.

§. 410.

Versuche und Beobachtungen. I. Ueber die Auflösung der Salze im Wasser.

Das Wasser löst die Salze auf; jedoch bey einem bestimmten Grade der Wärme auch nur eine bestimmte Quantität desselben; das übrige läßt es unaufgelößt. 2.) Vermehrt man die Wärme, so wird auch mehr Salz aufgelößt; und im Gegentheile wird bey Verminderung der Wärme ein Theil desselben angelassen. 3.) Ein gewisses Maaß des Wassers löst auch nur eine gewisse Quantität Salzes auf. 4.) Wenn die Auflösung

(a) Newton L. III. Princ. Mathem. Phil. nat. Reg. I. & IV.

lösung geendet ist, so ist das Salzwasser (solutio salis) vollkommen hell und durchsichtig.

II. Ueber Luft und Dünste. Wenn man eine hohle, und wohl ausgetrocknete gläserne Sphäre an einem warmen Orte schließt, und sie sodann in einen kältern Ort überbringt: so setzen sich an die innere Fläche der Sphäre sehr zarte, und feine Dünste an, die sich nach und nach vermehren, in Tropfen zusammen rollen, abfließen, und den untersten Theil der Kugel mit Wasser decken. 2.) Trägt man itzt diese Kugel in den wärmern Ort zurück, so verschwinden anfangs die Dünste an den Wänden der Kugel, und nach und nach auch das am Boden gesammelte Wasser, und die ganze Sphäre so wie die eingeschlossene Luft wird vollkommen trocken. 3.) Von einem kochenden Wasser, das man in luftleeren Raum stellt, beobachtet man nicht die geringste Ausdünstung; ob man sie gleich häufig wahrnimmt, sobald man Luft in den Recipienten einläßt. 4.) So setzen sich auch bey einem gleichen Grade von Kälte die Dünste nicht so häufig an die Wände eines bis zur Helfte mit Wasser erfüllten Cylinders, in welchem man die Luft verdünnert hat, als in einem andern, wo man die Luft bloß verschließt, ohne sie zu verdünnern.

Folgesätze. I. **Zwischen den Wirkungen des Salzes im Wasser, und jenen des Wassers in der Luft giebt es eine sehr genaue Aehnlichkeit.** 1.) Das Wasser bleibt durchsichtig, ungeachtet Salz darinne aufgelöst ist (I. 4.): so auch die Luft in der sich Wasser befindet (II. 1. 2.); daß sich Wasser

ser in der Luft befand, das beweisen die Dünste, die sich im kältern Orte ansetzen. 2.) Das wärmere Wasser kann eine größere Quantität Salzes, und die wärmere Luft mehr Wasser aufnehmen (I. 2. II. 1. 2.). 3.) Bey Verminderung der Wärme wird das Salz vom Wasser (I. 2.), und das Wasser von der Luft (II. 1.) abgesöndert. 4.) Eine kleinere Quantität Wasser löst weniger Salz auf (I. 3.); auch die Luft, wenn sie verdünnert ist, hält weniger Wasser (II. 3.).

II. Man hat also Grund die Aufnahme des Wassers in die Luft, so wie das Zerfließen des Salzes im Wasser für **eine chemische Auflösung**, und die Absönderung des Wassers von der Luft, so wie jene des Salzes vom Wasser bey größerer Kälte, für einen **chemischen Niederschlag** anzusehen.

III. Und wie das Wasser ein Auflösungsmittel vom Salze ist, so **könnte man immer die Luft als das Auflösungsmittel des Wassers betrachten.** Doch die fernern Erklärungen sollen uns auch allen Zweifel hierüber benehmen.

§. 411.

Wenn die Wassertheilchen von den Lufttheilchen stärker gezogen werden, als sie sich selber untereinander anziehen: so muß das Wasser aufgelöset, und mit der Luft vermischt werden (§. 93.—96.), bis diese zuletzt gleich einem jeden andern Auflösungsmittel vollkommen, oder wenigst

respec-

respectiv gesättiget ist (§. 96. I. II. §. 97.). Es läßt sich alles, was wir in den angezogenen §§. bewiesen, auch für den gegenwärtigen Satz verstehen.

I. Da der Zusammenhang der Wassertheilchen mit der Wärme in einem verkehrten Verhältnisse steht (§. 61.): **so muß die Auflösung des wärmern Wassers leichter, und häufiger geschehen, als des kältern;** denn um den schwächern Zusammenhang zu trennen, bedarf die Luft auch nur kleinerer Kräfte, folglich kann sie die Kraft, die sie in kältern Wasser auf einen Theil verwenden muß, nun auf mehrere Theile ausüben. Dieß ist die Ursache von den obigen Versuchen und Beobachtungen (§§. 406. 410.).

II. Wie das Uebermaaß der Kräfte in der Luft bestimmt ist, **so ist auch nur die Auflösung einer bestimmten Quantität Wassers möglich,** gesetzt, daß dieses wegen der Wärme auch einen noch so schwachen Zusammenhang behalten sollte (§. 96. II.). Dieß wird durch die Beobachtungen (§. 406. II. 2. 3.) auch bestättiget; und dieß ist zugleich die Ursache, warum eine weniger gesättigte Luft mehr, und schleuniger auflöse.

III. Ist aber das Wasser sehr warm, oder siedend, wodurch die nächste Luft mehr als die übrige erwärmet wird: so geht **die Auflösung so lange vor, als diese Wärme anhält;** denn die nächste, wärmere, und schon mit Wasser angeschwängerte Luft wird von der kältern in die Höhe gedrückt, und diese nimmt den Ort der vorigen ein,

bis

bis sie selbst auch erwärmt, vom Wasser gesättiget, und abermal von einer kältern Luft in die Höhe gedrückt wird u. s. w. Mithin wird das Wasser immer eine frische Luft berühren, und auf selbes mit neuen Kräften wirken.

IV. So muß auch die **Auflösung durch die Winde befördert werden;** wenn sie eine mehr gesättigte Luft wegführen, und eine andere, die noch mit mehrern anziehenden Kräften versehen ist, herwehen.

V. Auch die nämliche Luft wird zum Auflösen wieder geschickt gemacht, wenn ihr Ersättigungsgrad durch Regen, Thau ꝛc. vermindert worden ist.

VI. Gleichwie die Verdünnerung der Luft die anziehenden Kräfte mindert, so muß sie auch die Auflösung hemmen.

§. 412.

Die Wassertheilchen müssen sogar erhöhet werden, wenn die anziehenden Kräfte der Luft auf die Wassertheilchen auch hinreichend sind die Schwere derselben zu überwinden; und dieß zwar so lange, als dieses Uebermaaß vorhanden ist. Auch dieser Satz ist in der Hauptsache schon bey der Erklärung des Aufsteigens der Theilchen in einer chemischen Auflösung (§. 98. 99.) bewiesen worden. Man überdenke die Folgesätze eben dort, und man wird auch an der Wahrheit der folgenden nicht zweifeln.

I. Zuerst

I. Zuerst wird die unmittelbare Luft über dem Wasser die Theilchen von diesem Anziehen, und mehr als die übrige Luft gesättiget werden; allein die höhere und minder gesättigte Luft wird der erstern das aufgelößte Wasser nach dem Uebermaaß ihrer Kräfte rauben (vorg. §. II.), und so wird **eben das aufgelößte Wasser nach allen Richtungen hingezogen werden.**

II. Die untere unmittelbare Luft wird dadurch neuerdings fähig, Wasser an sich zu ziehen; allein die übrige Luft wird ihr auch dieses wieder und zwar so lange abnehmen, bis die Sättignng in der ganzen Luft vollkommen hergestellt ist (§. 99. I.), wenn anders kein Hinderniß dazwischen kömmt.

III. Weil die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe abnimmt (§. 202. II.): so müssen auch die anziehenden Kräfte, und mit ihnen die Menge der aufgelösten Wassertheilchen wie die Höhe abnehmen, und endlich die fernere Erhöhung allerdings unmöglich werden.

IV. Dessen ungeachtet hat die **respective Ersättigung** (§. 97.) in der Luft Platz; denn die Austheilung der Wassertheilchen muß doch allemal mit den anziehenden Kräften im genauesten Verhältniße stehn.

V. **Die angezogenen Wassertheilchen müssen auch in diesem Verhältniße so lange in der Luft hangen bleiben, als in dieser keine Aenderung der anziehenden Kräfte vorgeht.** Die einzelnen Wassertheilchen können von sich selber nicht fallen, da sie von den anziehenden Kräften der Luft zurück-

rückgehalten werden; aber auch die Luft kann mit den Wassertheilchen nicht sinken, weil die Ersättigung und die Schwere der Luft in gleicher Höhe gleich ist.

§. 413.

Versuche zur Bestimmung des Ersättigungsgrades in der Luft. Man gieße in ein wohlgetrocknetes Geschirr, z. B. in ein Glas ein merklich kälteres Wasser, als eben die Luft ist, und sogleich werden sich an der äußern Fläche dieses Gefäßes Dünste zeigen. 2.) Man vermindere die Kälte des Wassers mittels eines zugegossenen warmen Wassers, nur um $\frac{1}{2}$°, und gieße es in ein anderes solches Gefäß um; setzen sich nun noch Dünste an, so vermindere man die Kälte noch um einen halben Grad, gieße das Wasser abermal in ein anders Gefäß, u. s. f. bis sich endlich keine Dünste mehr an die äußere Fläche eines solchen Glases anhängen.

Folgesatz. Der Grad der Wärme, welchen das Wasser in dem letzten Glase zeiget, wo sich keine Dünste mehr ansetzen, ist **der Grad der vollkommenen Ersättigung**, welchen die Luft eben itzt hat; denn dieß ist derjenige Grad, bey welchem die gegenwärtige Luft ferner kein Wasser auflöst, noch das schon aufgelöste entläßt (§. 97.).

§. 414.

Fernere Beobachtungen von diesem Ersättigungsgrade. 1.) Wenn die Winde zu verschiedenen Zeiten nach der nämlichen Richtung und mit gleicher

Geschwin-

Geschwindigkeit blasen: so steht der Grad der Ersättigung mit dem Grade der Wärme zu eben denselben Zeiten in einigem Verhältniße: so war bey dem Grade der Wärme = 15 $\frac{1}{2}$° der Grad der Ersättigung = 11 und bey dem Grade der Wärme = 19 die Ersättigung = 15. 2.) Sucht man den Ersättigungsgrad zur Zeit, da die Winde von Osten, oder Norden wehen: so entdeckt man zwischen der Wärme und dem Ersättigungsgrade einen merklichen Abstand, und beym 14ten Grade am Thermometer war der Ersättigungsgrad = 3. 3.) Dieser Unterschied zwischen Wärme und Ersättigung ist aber sehr klein bey Winden, die vom Mittage kommen, und noch kleiner, wenn die Luft sehr feuchte ist. 4.) Wenn sich aber alle übrigen Umstände gleich verhalten, so ist eben dieser Unterschied um so größer, je heftiger die Winde wehen.

* Alle diese Versuche, wie auch die §. 410. angezeigten Versuche und Beobachtungen haben wir dem H. le Roy zu verdanken (a). Ich habe sie alle nachgemacht, und genau also befunden, wie sie von der französischen Akademie der Wissenschaften zu Paris im Jahre 1751 sind bekannt gemacht worden.

I. Der Ersättigungsgrad ist zu verschiedenen Zeiten und Umständen sehr unterschieden.

II. Die Luft trägt um so mehrere Dünste, und hält sie um so mächtiger an, je wärmer sie ist (1.).

III. So lange der Grad der Wärme in der Luft größer ist, als jener der Ersättigung, so lange hält sie die Dünste

(a) Mem. de l'Acad. de Paris. 1751.

sie immer an sich, und sie entläßt sie nur alsdann, wann sie über diesen Grad der Sättigung erkaltet ist.

IV. Der Ersättigungsgrad wird also weder durch die Vielheit der Dünste, noch durch den Grad der Wärme allein bestimmt, sondern durch **das Verhältniß der Wärme, und der Dünste gegeneinander.** Dieß ist die Ursache der 2. 3. und 4ten Beobachtung.

V. Dieses alles aber läßt uns nimmer daran zweifeln, daß bey der Vermehrung der Kälte bis über den Sättigungsgrad in der Luft ein wahrer Niederschlag des vorher in Dünste aufgelösten Wassers vorgehe (§. 102.).

* Was mag aber wohl die fernere Ursache seyn, warum dieser Niederschlag alsdann erfolget, wann die Luft über den Sättigungsgrad erkaltet ist? — Wenn wir auch diese Ursache nicht angeben könnten; so würde doch die Richtigkeit dieser aus den Versuchen unmittelbar gefolgerten Wahrheiten nichts dadurch verlieren. Die Aehnlichkeit mit der Salzauflösung, und die Uebereinstimmung aller Meteoren, die ich bald hernach zeigen werde, benehmen uns allen Zweifel hierüber. Doch, damit wir nur gar nichts unbeantwortet lassen, so will ich es versuchen, auch diese letzte Ursache ausfindig zu machen.

§. 415.

Die Lufttheilchen einzeln und für sich betrachtet, sind größer, als die einzelnen Wassertheilchen. Die Lufttheilchen lassen sich auch durch die größte Gewalt nicht durch die kleinen Zwischenräume

sehr

sehr vieler Körper drucken, durch welche die Wassertheilchen sehr leicht dringen: so dringt das Wasser bey einem stärkern Drucke durch Steine, Metalle, Blasen ꝛc. keineswegs aber die Luft. Hingegen weiß man wenigstens keinen Körper, durch welchen die Luft dringt, und durch welchen nicht auch das Wasser kann gepreßt werden, ja man bringt oft das Wasser noch leichter durch dieselben, als die Luft. Diese Verschiedenheit läßt sich durch die Figur der Theilchen allein nicht begreiffen; die Lufttheilchen müssen beynahe sphärisch seyn (§. 62. IV.), und die sphärische Figur hat doch die kleinste Oberfläche, folglich müßten sie auch leichter durchdringen. In den Kräften der Luft wird man diesen Unterschied auch nicht antreffen könnrn; denn einmal müßten diese Kräfte dem Drucke doch nachgeben, aber nein: ehe zerspringt das Gefäß, ehe sich die Theilchen einen Ausgang durch die Zwischenräume suchen. Es bleibt uns also nichts übrig, als daß wir die besagte Verschiedenheit der verschiedenen Größe der Theilchen in beyden zuschreiben.

I. Bey der Auflösung müssen also **die Lufttheilchen von den Wassertheilchen umgeben**, und gleichsam eingehüllet werden; denn mit dem Uebermaaße der gegenseitigen Kräfte wird das Wasser von der Luft, und diese von dem Wasser angezogen: es muß also eine Bewegung folgen, die so lange anhält, bis eine gegenseitige Verbindung hergestellt, und das Lufttheilchen rings von den kleinern Wassertheilchen umgeben ist.

II. Je größer so ein Lufttheilchen gegen die Wassertheilchen ist, desto größer kann auch die Anzahl der umgebenden Wassertheilchen seyn, und im Gegentheile ꝛc.

III. Da nun die Lufttheilchen durch die Wärme ausgedehnt, und durch die Kälte sehr schnell zusammen gezogen werden: so ist die wärmere Luft allemal fähiger, mehrere Wassertheilchen an sich zu ziehen, und die angezogenen in größerer Menge zutragen, als die kältere Luft: ja durch die Erkältung müssen die Berührungspunkten vermindert, und einige zuvor angezogene Wassertheilchen entlassen werden, und dieses zwar in einigem Verhältnisse mit der Kälte.

IV. Diese angelassenen Wassertheilchen werden darum noch nicht von den übrigen Wassertheilchen abgesondert; denn ob sie gleich nimmer an der Luft hangen, so werden sie doch von andern Wassertheilchen mit einer Kraft gezogen, die von der Schwere eines einzigen Theilchens nicht kann überwunden werden. Die **Absönderung** eines **Wassertropfens** ist also nur alsdenn möglich, wenn sich mehrere Wassertheilchen in eine größere Masse vereinigen, derer Schwere den Zusammenhang der Wassertheilchen unter sich überwiegt (§§. 57. 65. IV. 4.).

V. Berührt die erkältete Luft einen Körper, der die entlassenen Wassertheilchen mächtiger anzieht, als die Wassertheilchen sich selbst einander, so werden sich diese an demselben anhängen. Eben das wird geschehen, wenn ein kalter Körper die noch nicht erkältete Luft berührt; denn er wird die Luft erkälten, und die entlassenen Wassertheilchen an sich ziehen.

* Dieß läßt sich auch alle Tage erfahren. Warum ist im Winter die innere, im Herbste und Frühlinge aber die äußere Fläche der Zimmerfenster mit Dünsten überzogen? 2.) Warum fängt der Körper, den man vom wärmern

mern in den kältern Ort überträgt, wie man sagt, zu schwitzen an? 3.) Warum setzen sich die Dünste dort häufiger an, wo die feuchte Luft freyen Durchzug hat? 4.) Und warum sind oft an einer Mauer nur gewisse Flecken, und Steine naß? ꝛc.

Anwendung der festgesetzten Theorie.

I. Von der trockenen und feuchten Luft.

§. 416.

Die Luft ist **feucht**, wenn sie außer dem Regen oder Schnee ꝛc. wenigstens auf einige Körper, die sie berührt, Dünste anläßt (§. vorg. V.), im widrigen Falle ist sie **trocken**. Man sieht also, was **Feuchtigkeit** und **Trockenheit** der Luft ist.

§. 417.

Beobachtungen. Die Luft ist vielmal auch alsdann trocken, wann der ganze Himmel mit Wolken überzogen ist; und vielmal feuchte, wenn es vollkommen heiter zu seyn scheint. 2.) Ist sie auch bey verschiedenen Graden der Wärme feucht. 3.) Die Winde von Süden und Westen führen öfter eine feuchtere Luft her, als jede andere Winde. 4.) Selbst unter dem Regen geschieht es oft, daß die Luft an einem vom Regen gesicherten Orte noch trocken bleibe.

§. 418.

Erklärung dieser Beobachtungen. I. Ist die untere Luft nicht über ihren Sättigungsgrad erkältet, so wird sie trocken seyn, es mögen nun wohl viele oder wenige Wolken in der Höhe schweben. Sobald aber die Kälte über den Sättigungsgrad anwächst, so ist sie feucht, wie es in der höhern Atmosphäre auch immer zugehen mag.

II. Der Sättigungsgrad der Luft hängt von der Wärme allein nicht ab (§. 413. IV.), und darum ist sie bey verschiedenen Graden feucht.

III. Die Luft, die von Süden kömmt, verliert in unsern Gegenden nothwendig viel von ihrer Wärme, und da sie überdas so, wie die Abendwinde mit vielen Dünsten angefüllt ist, so wird sie auch leicht über ihren Sättigungsgrad erkältet.

IV. So wenig die Feuchtigkeit der niedern Luft die Feuchtigkeit der höhern nach sich zieht (I.) eben so wenig zieht die Erkältung und Feuchtigkeit der höhern, der Regen ꝛc. die Feuchtigkeit der niedern Luft nach sich (Beob. 4.).

II. Von den Nebeln und Wolken.

§. 419.

Die Luft wird oft ganz nahe an der Oberfläche der Erde ihrer Durchsichtigkeit beraubt, und dieß nennen wir einen **Nebel**, einen **feuchten** oder **trocknen** je nachdem es auch die Luft ist.

§. 420.

§. 420.

Der Nebel entsteht, wenn die Luft nahe an der Erde über den Ersättigungsgrad erkältet wird. Die wegen der Kälte entlassenen Wassertheilchen fließen an dem Lufttheilchen, das sie umgaben, abwärts, und folgen dem Ziehen größerer Kräfte, und der Schwere. Die Kräfte sind dort, wo sich zwey mit Wasser überzogene Lufttheilchen, berühren, allemal stärker; folglich sammeln sich auch die Wassertheilchen dorthin, und verursachen eine Ungleichheit der Luft, durch die die auffallenden Lichtstralen verschieden zurückgeprellt, gebrochen, zerstreut ꝛc. und an ihrem ordentlichen Durchgange gehindert werden; dieß macht aber nothwendig die Luft undurchsichtig (§. 299. II.).

I. Mit der Erkältung wächst auch der **Nebel**, und manchmal folgt auch ein **Nebelreißen**, wenn die Wassertheilchen so häufig entlassen werden, daß sie durch ihre eigene Schwere abwärts sinken.

II. Diese Erkältung kann und muß im Frühlinge und Herbste wegen längerer Abwesenheit der Sonne öfter als im Sommer geschehen, und darum sind auch in diesen Jahreszeiten die Nebel häufiger.

III. Im Winter hat dieß noch mehr Platz. Die Dünste söndern sich wegen der Kälte am Morgen ab, der Grad der Kälte ist beynahe immer gleich, die Wassertheilchen sind nicht schwer genug, selbst zu fallen, und so bleiben wir oft ganze Tage, ganze Wochen in Nebel eingehüllt, bis sie uns entweder von Winden weggeführt, oder durch die Wärme bey nachlassender Kälte aufgelößt werden.

IV. Die

IV. Die Höhe des Nebels hängt von der Höhe der Erkältung, und die Dichtigkeit von dem Grade derselben über den Sättigungsgrad ab.

V. Die Nebel verschwinden oder steigen in die Höhe, wenn die Wärme in der Luft zunimmt. Sie steigen, wenn die Luft zwar erwärmt wird, doch so, daß sie nicht alle Dünste auflösen kann; denn in diesem Falle wird die neblichte Luft nur specifisch leichter, und von der übrigen in die Höhe gedrückt. Sie verschwinden, wenn die Wärme zureichend ist, die Luft in den Zustand zu versetzen, wo sie alle vorher angelassenen Wassertheilchen neuerdings auflösen kann.

VI. Wenn die Kälte in der untern Luft immer mehr und mehr anwächst, so fällt der Nebel gleichsam unvermerkt auf die Erde herab; denn die Wassertheilchen können sich wegen der kleinen Höhe, von der sie fallen, in keine merkliche Masse vereinigen, und ihre Bewegung macht sie auch nicht merklich, weil sie nur nach und nach und langsam fallen können.

VII. Die Luft ist vielmal nicht blos mit Wasser, sondern auch mit andern fremden Körpertheilchen angeschwängert, (§. 270. Anm. 2.), welche sich mit dem Wasser verbinden, und wenn dieses erkältet wird, mit ihm von der Luft absöndern; daher bekommen die Nebel allerhand Eigenschaften, und geben oft einen stinkenden, ungesunden Geruch von sich ꝛc.

§. 421.

Beobachtungen von den Wolken.

Die Wolken, in die wir manchmal die Spitzen der Berge eingehüllt

hüllt sehen, sind, wenn wir die Höhe besteigen, nichts als ein Nebel mit allen den Wirkungen und Eigenschaften, die wir eben vorher erklärt haben. 2.) Und wenn wir einen Nebel, der in der Tiefe ist, von einer Anhöhe betrachten, so kömmt er uns gerade wie eine Wolke vor.

I. Die **Wolken** haben also mit den Nebeln die nämliche Natur, und Erklärung, ja sie sind nichts, denn Nebel, und alles was ich von dem Entstehen der Nebel (§. vorg.) von ihrer Verschiedenheit (I. VII.), von dem Steigen, Fallen, Verschwinden ꝛc. (V. VI.) gesagt habe, das ist auch von den Wolken zu verstehen.

II. Bey dieser Erklärung kann uns gar kein Zweifel übrig bleiben, wie die Wolken in der Höhe hangen, und hin und her bewegt werden. Das letzte ist eine Wirkung der Winde (§. 377—382.), und das erste ist für sich selbst klar, die wolkichte Luft ist nicht schwerer als die heitere, sie ist auch nicht mit mehrern Dünsten angefüllt: und der Unterschied besteht blos in dem Grade der Wärme oder Kälte, wodurch die heitere Luft fähig ist, die Dünste an sich zu behalten, die wolkichte aber dieselbe entläßt.

III. So, wie verschiedene Gegenden der Luft erkältet sind, so haben auch die Wolken eine verschiedene Figur, manchmal ist der ganze Himmel überzogen.

* Doch wie sollte nur eine gewisse Gegend erkältet werden, und nicht auch die übrige Luft? Wie kann in Mitte der heitern Luft eine Wolke entstehn? — Davon lassen sich mehrere Ursachen angeben; ich will hier nur die merkwürdigsten anzeigen. 1.) Die Dünste, oder die Nebel

bel steigen nur an bestimmten Orten auf, und werden von den Winden entweders aufgelößt in unsere Gegend gebracht, oder die Luft, in der sie hangen, wird erst bey uns erkältet. Die Größe des Ortes, aus dem sie aufsteigen, oder die Größe eines aufsteigenden Nebels bestimmt die Größe der Wolke. 2.) Eine kältere Luft, die aus einer fremden Gegend hergeführet wird, hat oft nur eine bestimmte Breite, und darum kann sie auch nur wieder in eine bestimmte Gegend der Luft, in die sie kömmt, Kälte verbreiten. 3.) Nicht jede Gegend der Erde, nicht jeder Theil einer Wolke wirft die Sonnestralen in gleicher Menge zurück; schon die Lage der Berge, Flüße, Wälder ꝛc. bestimmt hie und da eine unterschiedliche Richtung der Lichtstralen; wodurch auch ein Unterschied der Wärme und Kälte in verschiedenen Theilen hervorgebracht werden kann. 4.) Wolken, Berge, Wälder werfen einen Schatten. 5.) Es können sich an gewissen Orten Salztheile mit Wasser- Eis- und Schneetheilchen vermischen, und die Kälte vermehren (§.263.). 6.) Das gilt auch von jeden andern ungleichartigen Ausdünstungen ꝛc.

** Noch eine Anmerkung verdient das Wölkchen, das wir in der kalten Luft mit jedem Athemzuge aushauchen, oder von einem erhitzten Thierkörper aufsteigen sehen. Die ausgehauchte oder die den Körper zuvor unmittelbar berührende Luft, wird auf einmal kalt, läßt die Dünste an, und verliert ihre Durchsichtigkeit. Ob wir nun schon eine eben so warme, und mit Dünsten erfüllte Luft auch in einem Zimmer, oder im Sommer aushauchen, so kann sie doch

wegen

wegen dem zu geringen Unterschiede der Wärme von der äußern Luft nicht erkältet werden, und als ein Wölkchen erscheinen. Dieß ist auch die Ursache, warum ein Glas, ein Spiegel ꝛc. durch unsern Hauch mit Dünsten überzogen wird (§. 413. V. Anm.).

III. Vom Regen, Hagel, und Schnee.

§. 422.

Beobachtungen vom Regen. Eben zu der Zeit, da es im Thale sehr dicht regnet, verspürt man auf den Bergen ein schwaches Nebelreißen, und die fallenden Wassertröpfchen sind immer um so kleiner, wie höher man auf dem Berge kömmt. 2.) Es regnet bey verschiedenen Graden der Wärme, und bey dem Grade, bey welchem es gestern regnete, ist es oft heute sehr trocken. 3.) Zum öftesten bringen uns die Winde von Süden, und Westen, seltener aber die Winde von Osten, und Norden einen Regen.

* Diese Uebereinstimmung der Winde, und Regen hat H. von Muschenbroeck zu Utrecht sehr genau beobachtet und aufgezeichnet (*a*).

I. Der erste Ursprung des Regens ist ein blosser Niederschlag der Dünste (§. 420. 421. I.); er kann also keinen andern Grund haben, als die Erkältung der Luft; in der Folge vereinigen sich mehre Wassertheilchen im Herabfallen, und die kleinern Tröpfchen fließen in einen größern Tropfen zusammen (1. Beob.).

II. Die

(*a*) Phys. Instit. P. II. c. 4. §§. 1532. 1533.

II. Die Dichtigkeit des Regens hängt von der Höhe der Wolke, von der Vielheit der Dünste, von dem Grade der Erkältung über den Sättigungsgrad ab.

III. Da der Ersättigungsgrad mit der Wärme allein nicht im Verhältnisse steht, und bey verschiedenen Winden, und andern Umständen gleichfalls sehr verschieden ist, so kann es auch bey verschiedenen Graden der Wärme regnen (2.).

IV. Die Winde von Süden, Westen, Südwesten, Westnorden ꝛc. sind entweder schon bevor sie zu uns kommen, bis über den Sättigungsgrad erkältet, oder sie werden es erst bey uns; denn sie kommen aus warmen Ländern, und von Meeren her. Darum bringen sie nothwendig häufigern, und öftern Regen. Die Winde von Osten und Norden kommen aus trockenen und (wenigst der Nordwind) aus kältern Ländern; sie sind also vom Sättigungsgrade noch weit entfernt, und vielmehr zum Auflösen, als zum Regnen geschickt, wenn sie bey uns erwärmet werden.

* Dieß ist die allgemeine und unmittelbare Ursache des Regens. Alle übrigen sind nur mittelbare, und sie alle zu bestimmen, wie wäre das möglich? Einige davon hab ich schon (im vorg. §. 1. Anm.) angegeben, hiezu kömmt noch die besondere von den Winden (§. gegenw.) und 1.) die Lage, das Clima der Orte, in soweit sie Hitze, oder Kälte haben. 2.) Die Entfernung eben dieser Orte von warmen oder kalten Meeren. 3.) Umliegende Gebirge. 4.) Verschiedene Ausdünstungen, denen man ohne Zweifel auch die mannigfaltigen Farben, und andere verschiedene Eigenschaften des Regens zuschreiben muß. An der Farbe des Regens mögen wohl auch allerhand Insekten

sekten, die der Regen zu Boden wirft, Ursache seyn, und der Pöbel hält sie sodann für einen Blutregen ꝛc.

§. 423.

Der **Hagel** ist ein Regen gefrorner Wassertropfen. Die Erklärung davon hat also nichts besonders. Die Hagelsteine vereinigen sich nach und nach zu jener Größe, in der der sie zu uns kommen. Ein gefrorner Tropfe fällt auf einen ungefrornen, oder dieser auf jenen: sie gefrieren in einen zusammen, und wenn dieser wieder auf einen andern fällt, und das nämliche geschieht: so ist es wohl möglich, daß sich so eine Schlosse sehr vergrößere. Blasen überdieß die kalten Winde in entgegengesetzten Richtungen, werden Schlossen auf Schlossen stossen, sich vereinigen, und manchmal die Größe eines Hünereyes erhalten. Die Ursache des Gefrierens sind meistentheils gählinge kalte Winde, und vielleicht auch künstliche Kälte (§. 421. Anm. 5.).

§. 424.

Der **Schnee** hat die entlassenen, und anfangs in Fasern, und Fäden zusammengefrornen Dünste zum Grunde. Die Fasern verbinden sich zu Schneeflocken. Das kann man deutlich mit einem Mikroscope beobachten. Wenn schon die Wassertheilchen beym Gefrieren Fasern bilden (§. 259. 2.); so muß doch die Figur der Schneeflocken sehr verschieden seyn; denn sie wird durch die Vereinigungswinkel bestimmt, und an diesen können andere Dünste, Salze ꝛc. sehr vieles ändern. Die Flocken vereinigen sich auch erst im Herabfallen; denn in höhern Orten sind sie immer kleiner.

* Eine

* Eine ausführlichere Beschreibung hievon trift man bey Muschenbroeck (a), und in P. Hausers Partikularphysik (b) an.

IV. Von dem Thaue und Reife.

§. 425.

Was man unter dem Thaue verstehe, weiß Jedermann. Die meisten Physiker behaupten, der Thau falle aus der Luft auf die Erde. **Du Fay** (c), und **Gersten** (d) wollten, daß er aus der Erde in die Höhe steige. Muschenbroeck glaubt, man müsse beyde Meynungen zusammen nehmen. Er behauptet auch noch eine dritte Gattung des Thaues, das aus den Pflanzen austritt, und sich nur in gewissen Orten eben dieser Pflanzen sammelt (e).

§. 426.

Versuche. M. le Roy (f) bestimmte an verschiedenen heitern Tagen Abends, da noch alles trocken war, den Grad der Sättigung in der Luft. Am folgenden Morgen fand er auf seinem Beobachtungsorte jedesmal einen Thau, so oft die Luft über dem Tages vorher bestimmten Ersättigungsgrad erkältet ward, wenn sich anders die Winde

nicht

(a) Inst. Phys. P. II. c. 20. §. 1560 — 1568.
(b) P. XIII. Q. II. art. V.
(c) Histoir. de l'Acad. Paris. 1736.
(d) Tentamen de Rore. 1733.
(e) Inst. Phys. P. II. §. 1520 — 1527.
(f) An dem oben §. 414. angezeigten Orte.

nicht geändert hatten. 2.) Der Thau war immer häufiger, je größer die Erkältung war. 3.) Hingegen, wenn die Kälte nicht bis über den Sättigungsgrad gestiegen ist, oder 4.) wenn sich die Ost- und Mittageswinde in Nordwinde verändert haben, so fiel nie ein Thau.

I. **Diese Versuche überzeugen uns, daß auch der Thau durch die von der erkälteten Luft angelassenen Dünste entstehe.** Der Niederschlag der Wassertheilchen folgt allemal aus der über den Sättigungsgrad erkälteten Luft; können sich die angelassenen Wassertheilchen durch ihre Schwere selbst losreißen, oder sind dieß die anziehenden Kräfte der Pflanzen und anderer Körper zu bewirken im Stande; so werden dise nothwendig feucht, und überthauet werden (Beob. 1.), und zwar im Verhältnisse der Erkältung und des Niederschlages. Nun aber war nie ein Thau außer dem Falle der besagten Ersättigung beobachtet; folglich ꝛc.

II. Im Herbste und Frühlinge muß es öftern und häufigern Thau werfen, als im Sommer; denn die kurze Abwesenheit der Sonne in dieser Jahreszeit verhindert die dazu nöthige Erkältung der Luft. So sind auch oft Morgens alle offenen Felder überthaut, ohne daß man in der Stadt, und zwischen den Mauern einen Thau verspürt; die Ursache liegt wieder in der verschiedenen Möglichkeit der Erkältung.

III. Auf dem nämlichen Felde, und in der nämlichen Gegend werden nicht alle Körper gleichstark vom Thaue benetzt; entweder weil sie nicht alle in gleichen Grade erkalten, oder weil sie nicht alle gleiche Kräfte auf die Wassertheilchen haben.

Du Fay (a) setzte der thauenden Luft **Glase, Porcellain, rauhe Metalle** ꝛc. und **wohlgeschliffene metallene Spiegel** aus; die erstern waren mit Thaue überzogen, die Spiegel aber nicht. Davon mag wohl die Ursache seyn, daß die rauhen Metalle ꝛc. wegen mehrern hervorragenden Theilen, und Vertiefungen stärkere Kräfte auf die Wassertheilchen ausüben können, als die geschliffenen.

IV. Es gilt gleich viel, ob die Luft eingeschlossen oder frey ist, wenn sie einen Thau entlassen soll; dazu wird mehr nicht als die Erkältung über den Ersättigungsgrad erfordert.

V. Der Thau wird von der untersten, und der Oberfläche der Erde nächsten Luft abgesondert; sonst würde man es eben so gut einen Regen heißen können. Da sich nun in dieser untersten Luft, mehr als in der höhern, immerdar fremde ungleichartige, d. i. ölichte, schwefelichte, salzige ꝛc. Theile befinden; so darf es uns nicht wundern, daß der Thau oftmals ganz andere Eigenschaften, als das Regenwasser hat, ja, daß die Thaue von verschiedenen Orten selbst wieder sehr unterschieden sind (*b*).

* Nun, denke ich, können wir einer weitern Untersuchung, ob der Thau aus der Erde steige, völlig entrathen; die Luft entläßt den Thau nach allen Richtungen, wie sie die Körper berührt, es mögen diese eine schiefe, horizontale, aufrechte ꝛc. oder was immer für eine Stellung haben. Zum Ueberflusse will ich noch einen

Vers

(*a*) Hist. de l'Acad. Paris. 1736.
(*b*) Boerhaave Elem. chem. theor. P. II. p. 469. Edit. Lugd.

Versuch erklären, die jene des H. du Fay beleuchten sollen, und noch einigen Einwürfen des H. von Muschenbroeck antworten.

1.) Man fülle einen Gartentopf mit feuchter Erde; über diesem richte man in der Entfernung = 1″ ein Metall- oder Glasplättchen auf, und stelle ihn in der Sonne, oder sonst an einem warmen Orte aus. Das Plättchen wird die ganze Zeit über trocken bleiben. Man bringe den Topf an einen kältern Ort; und nicht lange, so setzen sich ganz feine Dünste an die untere, und nach und nach auch an die obere Fläche des Plättchens. Die Ursache, warüm sich in der warmen Luft keine Dünste zeigten, ist die Wärme sowohl in der Erde, als in dem Plättchen. Sobald die Kälte an dem kältern Orte vorhanden war, setzten sich Dünste an das Plättchen. Doch, wie so? Das Plättchen, welches ganz von kalter Luft umgeben war, wurde geschwinder erkältet, als die Erde im Topfe, ja, diese erwärmte sogar anfangs die Luft, machte sie zum Auflösen geschickt, und weil die Erde feucht war, hatte auch eine fernere Auflösung Platz. Wegen der Wärme ward diese auflösende Luft specifisch leichter, und stieg an das kältere Plättchen hinauf, wurde erkältet, und entließ Dünste, die von dem Plättchen angezogen wurden, anfangs an der untern, und endlich auch an der obern Fläche.

2.) H. van Muschenbroeck wendet uns wider die vorigen Erklärungen folgendes ein: An einigen Pflanzen liegt der Thau frühe allzeit auf dem nämlichen Orte der Pflanze, und schon in einen Wassertropfen versammelt; dieser Thau kömmt, sagt er, aus der Pflanze selbst heraus. Eben dieß will er auch von dem Thaue einer andern Pflanze behaupten, der

sich

sich alsdann noch zeiget, wann man diese Pflanze mit einer gläsernen Glocke bedeckt, und die Erde, in der sie steht, vollkommen mit Bley überzieht. Es ist nichts leichter, als diese beyden Erfahrungen mit unserer Theorie zu combiniren. Wenn man die nämlichen Pflanzen, die H. Muschenbroeck in der ersten Beobachtung anführt, nach einem Regen beobachtet, oder wenn man sie selbst dicht mit Wasser übergießt, so wird man eben den Tropfen und am nämlichen Orte sehen, wie man ihn beym Thaue sieht. Was könnte uns wohl deutlicher beweisen, daß man diesen Wassertropfen dem äußern Bau, und der Neigung der Pflanze zuzuschreiben hat, welche die Versammlung aller kleinen Tropfen des Thaues möglich machet. Auf das zweyte antworte ich: daß die Pflanzen zwar eine Ausdünstung haben, die aber in die Luft übergeht, auch wenn diese von der Glocke eingeschlossen ist; aber auch die eingeschlossene Luft kann über den Sättigungsgrad erkältet werden (§. 410. II.), mithin muß sie auch die Dünste gegen die Pflanze unter der Glocke anlassen, und sie mit Thaue befeuchten.

§. 427.

An dem Daseyn der Kräfte, mit denen die Luft das Wasser, und dieß die Luft stärker anzieht, als sich die eignen Theile der Luft und des Wassers selbst einander anziehn, läßt sich nun beynahe nimmer zweifeln. Diesen Satz beweisen alle Erscheinungen, die in dieser ganzen Materie vorkommen, und die nicht so fast Erklärungen, als wahre Proben der angegebenen Kräfte sind.

„ In der Experimentalphilosophie (es sind dieß die Worte des
„ großen Newton (a) hat man die Sätze, die man aus
„ den Phönomenen durch Induktion herleitet, ohngeachtet an-
„ derer entgegengesetzter Hypothesen, wo nicht als vollkom-
„ men wahr, zum wenigsten als der Wahrheit sehr nahe, anzu-
„ sehen; so lange, als sich keine neuen Phönomenen zeigen,
„ wodurch die Sätze mehr bestimmt, und Ausnahmen unter-
„ worfen werden. „

§. 428.

Auch das Aufsteigen der **Dämpfe** (§. 405.) hat zum Theil die Kräfte, zum Theil aber auch ihre eigene Ausdehnung und sonderbar jene der Luft durch die Wärme zum Grunde. Durch die Kräfte hangen sie mit der Luft zusammen, und wegen der Ausdehnung machen sie mit dieser eine specifisch leichtere Zusammensetzung, die nach den hydrostatischen Gesetzen in die Höhe gedruckt wird.

* Ein großer Theil der Dämpfe löst sich im Wasser auf, und steigt mit ihm in die Luft (§. 426. V.).

I. Je mehr der Körper erwärmet oder erhitzet wird, um so mehrere Dämpfe müssen aus ihm in die Höhe steigen; denn neben dem, daß die Luft und sie selbst ausgedehnt werden, schwächt die Hitze auch den Zusammenhang der Körpertheilchen.

II. Die Art der Dämpfe hängt von der Art des dämpfenden Körpers, und seiner durch die Wärme getrennten Theilchen ab.

(a) L. III. Princ. math. Phil. nat. IV. phil. regula.

III. Abschnitt.

Von dem Wasser.

Von dem Wasser haben wir bereits die **Natur** (§§. 237. 239.), die **Flüßigkeit** (I. Th. §. 57. — 61.), und den **Druck nach hydrostatischen Gesetzen** (II. Th. §. 200 — 230.) erklärt. Mit dem **Wassermeteoren** beschloßen wir so eben den vorhergehenden Abschnitt. Es bleibt uns also hier allein noch übrig, von den **Brünnen**, und **Flüssen**, 2.) von den **Seen**, und von dem **Meere** zu reden.

I. Kapitel.

Von den Brünnen, und Flüssen.

Hier kömmt sonderbar der **Ursprung** der Brünne, und Flüsse, und der **Lauf** der Flüsse in Betrachtung.

1. Vom Ursprunge der Brünne.

§. 429.

Beobachtungen. Man hat durch das Barometron gefunden, daß nicht nur Gebirge, sondern auch ebene Lande eine weit über die Oberflächen des Meeres erhabene Lage haben. **Paris** liegt 165, **Ulm** 709, **Basel** 948, **Tübingen** 978, **Zürich** 1208, **München** 1740 pariser Schuhe höher, als die Oberfläche des Meeres. 2.) An

eben

eben diesen, und an vielen noch höhern Orten trift man eine Menge süsser Wasserquellen, und die grösten Flüsse von süssem Wasser an, welche sich nach einem langen, und weiten Laufe zuletzt in das Meer ergießen.

I. Die süßen Brünne, und Flüße liegen also in den besagten Gegenden weit höher, als das Meer.

II. Und wer ihren Ursprung unmittelbar vom Meere herleiten will, dem liegen zwey Stücke zu zeigen ob: Erstens, wie das Wasser des Meeres seine Bitterkeit und Säure verliere, bis es in die fernen Orte kömmt. Zweytens, wie dasselbe zu einer Höhe von mehr als 1740 Schuhen gelangen könne.

§. 430.

Descartes unternahm es diese Versüßung, und Erhöhung zu erklären. Nach seiner Meinung gehen von dem Meere unterirdische Kanäle nach allen Welttheilen aus, durch welche das saure Wasser in große Gruben unter der Erde zusammen fließt. 2.) Aus diesen Gruben verdünstet es wegen unterirdischer Hitze, die sich eben an den Orten verbreitet, und steigt, ohne einiges Salz, oder Säure mit sich zu nehmen, durch verschiedene Wege zu jeder Höhe empor. 3.) Kommen diese Dünste an ein unterirdisches Gewölbe, werden sie der größern Kälte wegen an die obern Wände dieses Gewölbes angelassen, 4.) woran sie sich sammeln, abfließen, und nun in größerer Menge als süßes Wasser durch neue eben dort vorhandene Seitenkanäle nach allen Richtungen fortgeführt werden. 5.) An dem Orte, wo dieses Wasser einen Aus-

gang findet, da quillt es hervor, und da entsteht eine Quelle, oder ein fließender Brunn (Fons). 6.) Wird es bloß an einem Orte versammelt, ohne daß es ferner ausfließt, so entsteht ein Sodbrunn (Puteus).

§. 431.

Man kann dieser Erklärung die Feinheit und den Witz nicht absprechen, und es ist nur schade, daß sie nicht auch so viel Wahrscheinlichkeit hat. Bey allen dem bleibt sie immer nur eine unzulängliche Hypothese. Die unterirdischen Kanäle, die Gruben und Aushöhlungen, die Gewölbe, und wieder die neuen Kanäle, besonders aber die unterirdische Hitze, und Feuer, alles das ist bloß willkührlich angenommen, ohne daß man davon Spuren in der Natur antrifft; zum wenigsten sind diese Spuren nicht allgemein. Zwar findet man unterirdische Gewässer; allein diese sind allemal süß, und fließen selbst in das Meer. Man muß also einen ganz andern Ursprung für die vielen Gewässer suchen, welche aus den Brünnen allerorten hervorquellen, und sich in Ströme versammeln.

* Kircher will zwar behaupten, daß man viele unterirdische Höhlen, und saure Gewässer gefunden habe; allein neben dem, daß diese Gruben alleine noch lange nicht die hinlängliche Ursache der Brünne sind, muß auch ihr Daseyn billig verdächtig werden, da sich für dasselbe meistens nur Muthmassungen aufbringen lassen, und nur ein oder an-

anderes Beyspiel mit genugsammen Zeugnißen bestärkt wird (a).

§. 432.

Plato, Seneka, Plinius, Varin, Bernoull, und andere leiten die Brünne ebenfalls unmittelbar vom Meere her. Die Reinigung des Meerwassers von Säure und bitterem Wesen geschieht bey ihnen im Durchgange durch Sand und Erde auf eine Art von Filtrierung. 2.) Eben dadurch aber glauben sie, daß es specifisch leichter, und von dem sauern Wasser, mit dem es communicirt, durch Kanäle in die Höhe gedrückt werde. 3.) Die Quellen und Sodbrünne erklären sie, wie Descartes.

§. 433.

Auch diese Meinung erklärt den Ursprung der Brünne nicht hinlänglich. Durch Filtration verliert das Meerwasser seine Säure nicht; davon überzeugen uns die valisnerischen und nolletischen Versuche. Das Wasser wurde durch allerhand Körper, durch Erde, Sand, Schwamme ꝛc. filtrirt, gleichwol verlohr es seine Bitterkeit und Säure nicht. 2.) Gesetzt aber auch, es wäre die Versüßung möglich, welch eine Menge Salzes müßte in dem Sande zurückbleiben? warum wird dieses von dem süßen Wasser nicht wieder aufgelöst? 3.) Ferner verhält sich die specifische Schwere des süßen zu jener des Meerwassers = 100: 103. Das versüßte Wasser könnte also nur um $_3\frac{1}{0}{}_0$ Theil höher

(a) Mundus subterraneus. L. XI. c. 10. l. V. c. 2.

her stehen, als das saure. Und schon die Brünne, welche auch sehr wenig höher, als das Meer sind, müßten mit diesem in einer unglaublichen Tiefe communicieren; um wie viel größer wäre diese Tiefe bey Brünnen die über 2000' höher als das Meer entspringen.

§. 434.

Beobachtungen. Ueber die Menge des Regen- und Schneewassers.

Mariotte hat nach vielen, und langen Beobachtungen, die er zu Paris machte, durch genaue Berechnungen gefunden: daß es in einer Strecke Landes, die in der Breite 50 und in der Länge 60 Meilen beträgt, das Jahr hindurch mehr denn 71415000000 Cubikschuhe Wasser herunter geregnet und geschnien habe, ob er gleich die mittlere Höhe, welche er = 20'' fand, nur = 15'' in der Berechnung annahm. Die Menge dieses Wassers ist zu Pisa, Livorno, in der Provinz Lancaster, zu London, Utrecht, Berlin, Ulm ꝛc. noch weit größer. Hier zu Ingolstadt haben wir neuerdings die mittlere Höhe des in 5 Jahren geregneten Wassers = 19'' befunden. 2.) Eben Mariotte fand auch durch Berechnung, daß das Wasser der Seine, welches in einem Jahre hindurch unter der Brücke zu Paris durchläuft, nur den achten Theil desjenigen ausmachte, was es in eben dem Jahre geregnet hatte.

I. Wenn ich auch setze, daß von dem gefallenen Schnee- und Regenwasser $\frac{2}{6}$ Theile zum Wachsthume der Pflanzen, und zur Nahrung der Thiere verwendet werden, und wenn wir noch mehreres, etwa $\frac{3}{6}$ auf die Ausdünstung rechnen, das doch unglaub-

glaublich ist, so kann doch aus dem übrigen Schnee- und Regenwasser einer der größten Flüße, die Seine, entspringen.

II. Da die Menge des Regenwassers fast aller Orten größer ist, als sie Mariotte in seiner Berechnung annahm; und der Regen insgemein auf eine größere Strecke Landes trifft: so scheint es ganz richtig zu folgen, daß das Wasser, welches durch Regen, Schnee, Thau ꝛc. auf die Erde herabfällt, hinlänglich sey, die Flüsse und Brünne mit Wasser zu versehen; wenn sich anderst auch die sonderbare Fälle, und Ausnahmen hiedurch genugsam erklären lassen.

* Weitläuftiger trift man diese Berechnungen in der Partikularphysik unsers H. Prof. Stattlers an; so, wie auch die ganze gegenwärtige Materie sehr genau und vollständig darinnen abgehandelt ist (a).

§. 435.

Fernere Beobachtungen. Die Flüsse sowohl, als die Brünne erarmen, und einige trocknen sogar ein, wenn lange trockenes Wetter anhält. 2.) Wo seltnere Regen fallen, da hat man auch wenigere Brünne und Flüsse. 3.) Die Brünne quellen insgemein an tiefen Orten, und an den Füßen der Berge hervor. 4.) Um Quellen zu erwecken, oder ausfindig zu machen, bedient man sich des Erdbohrers; vom Anfange stoßt man auf eine ganz nasse Erde (die an verschiedenen Orten verschiedene Tiefe hat) und sodann auf Thonerde: widrigen falls hat man sich wenig Nutzen von seiner Arbeit

zu

(a) Phys. part. Sect. II. c. II.

zu versprechen. 5.) Auf den Spitzen der Berge entdeckt man sehr selten einen Brunn, außer wo höhere Berge in der Nähe sind. 6.) Wenn man mit dem Erdbohrer in die Berge dringt: so kömmt man auf allerhand Oeffnungen und Ritzen in dem Felsen; auf Sand, und andere Erdarten, die das Wasser gleich einem Seicher durchlassen. 7.) Die größten, und merkwürdigsten Flüsse Europens, d. i., die Donau, der Rhein, und die Mosel in Deutschland; die Rhone und Maas in Frankreich; der Po, Menzo, und Etsch in Welschland und Slavonien entspringen aus den Gebirgen, die sich in einer beständigen Kette beynahe durch ganz Europa erstrecken.

§. 436.

Es ist zum wenigsten sehr wahrscheinlich daß die Brünne, und Flüsse überhaupt von dem Wasser entspringen, welches durch Regen, Schnee, Thau ꝛc. aus der Atmosphäre herab fällt. Bey einigen Brünnen läßt sich davon nicht zweifeln (§. vorg. 1. 2.). Die Lage der übrigen, und die innere Beschaffenheit der Erde (n. — 6.) zeigen, daß das Wasser durch die Oberfläche in das innere der Erde dringe; daß aber eben dieses Wasser zur Entstehung der Brünne auch hinreichend sey, das erhellt aus dem §. 434. I. II. Ueberdas lassen sich dadurch alle Erfahrungen, die man über diese Sache eingeholt hat, hinlänglich erklären, wie ich sogleich zeigen werde: indes man von Descartes und Bernoulls Hypothesen weder einen richtigen Grund aufbringen, noch eine deutliche Entwickelung aller Erfahrungen erwarten kann.

kann. Dieses alles aber macht unsre Meinung vom Entstehen der Brünne zum wenigsten sehr wahrscheinlich.

I. Ein Sodbrunn muß also durch das Ausgraben dort entstehn, wo das Regen- und Schneewasser zusammen sitzt, in die Thonerde nicht tiefer sinken kann, und auch keinen wirklichen Ausfluß hat, weil es keine Oeffnung findet, oder weil der Ort nicht abhängig genug ist. Daß das Wasser durch Ausgraben einer Tiefe zusammen sitze, das begreift man leicht; man verschaft ihm hiedurch einen Ort, wohin es frey fließen kann; denn vorher stand ihm die Erde, und anderes dort schon befindliches Wasser entgegen.

II. Findet das Wasser, das sich oftmals in natürlichen Sodbrünnen sammelt, einen Abgang, oder etwa an dem Fuße eines Berges, auf dem der Sodbrunn ist, eine Oeffnung, so entsteht eben dort eine **fließende Quelle.** Diese ist **beständig,** oder nur **zeitlich,** je nachdem sie uns auch bey trockenem Wetter Wasser verschaffet, oder versieget. Die **Geschwindigkeit,** mit der das Wasser aus der Quelle hervorbricht, muß nach den schon oben (§. 219.—223.) angegebnen Gesetzen bestimmt werden.

III. Lauft also eine Quelle, bevor sie ausbricht, durch unterirdische Kanäle fort, in denen sie verschiedene Salze, und durch die Salze Metalle, und andere Mineralien auflöset, und sich mit vielerley Dünsten verbindet: so muß das Wasser allerhand Eigenschaften annehmen, von denen man hernach die verschiedenen **Gesundheitsbrünne** benennet, und von denen diese ihre **Kräfte** erhalten.

* Die-

* Diese Gesundheitswässer tretten an vielen Orten schon sehr warm, und sogar an einigen siedend aus der Erde hervor. Die Physiker und Chemiker schrieben diese Wärme insgemein warmen Auflösungen, und Gährungen zu; wenn das Wasser, sagen sie, durch bituminöse, oder martialische Erden, und Minern fließet: so nimmt es die Schwefelsäure in sich, und wirkt hiemit auf das Eisen, wodurch denn eine Gährung entsteht, welche nothwendig mit Hitze begleitet ist, und die auch das Wasser in verschiedene Grade der Wärme versetzet. Doch diese Meinung wird von Wessel-Linden, Bergern, Hofmann, und Seitz mit den stärksten Gründen bestritten, welche behaupten, daß die Wärme von dem Kiese entstehe, welcher in den unterirdischen Kanälen dicht aufeinander liegt, und auch in andern Minern mit Kupfer- und Bleyerzen, mit Alaune, fetten Bituminösen, und thonichten Erden, mit Schiefer, Kalche und Feuersteinen vermischt angetroffen wird. Diese Kiese werden von der feuchten Luft unter der Erde aufgelöst: diese Auflösung gebiehrt Wärme: die Wärme wird von den ausdünstenden Wassertheilen noch mehr getrieben: und so entzündet sich oft sogar eine Flamme. Daß der Kies sich auch in der freyen Luft entzünde, wenn diese sehr feucht ist, das lehrt uns die Erfahrung; daß er sich aber eben an den Orten befinde, wo die warmen Wässer hervorquellen, dafür haben wir die Zeugnisse von den ansehnlichsten Männern. Wie das hervorquellende Wasser durch die Erhitzung des Kieses selbst auch erhitzet werde, das ist eben nicht schwer zu begreifen. Die Hitze des Wassers muß um so größer seyn, wie länger der Kanal

kiesig ist, oder wie kürzer der Weg ist, den das Wasser nach der wirklichen Erhitzung noch zumachen hat. Diese Erklärung könnten uns freylich die jenigen Bäder zweifelhaftig machen, in welchen man nach allen Untersuchungen keine Eisentheile, die doch allemal mit dem Kiese verbunden sind, antreffen konnte; dergleichen sind das Schlangenbad, das Pfefferbad in der Schweitz, das Wisbad ꝛc. Der Verfasser der Beschreibung des Marggr. Badenschen Bades ist der Meinung, daß man die Wärme bey diesen Gesundheitsbrünnen einer fetten Gyps- und Thonerde zuschreiben müsse, über welche das Wasser läuft, und welche, wenn sie dicht aufeinander liegt, leicht in eine Gährung geräth. Ich denke, daß man diese Ursache bey dieser Gattung Wässer wohl beybehalten müße; wenn anders die Untersuchungen genau gemacht worden, und nicht etwa doch Eisentheile auch in diesen Wässern vorhanden sind. Man lese über die Gesundheitswässer die Abhandlung des H. Joh. Frid. Zückerts, wo alles kurz, gründlich, und vollständig abgehandelt ist. (a).

IV. Ist eine Quelle reich genug; vereinigen sich mit ihr nach und nach immer mehrere Quellen; so entsteht zu letzt ein Bach, ein Fluß, ein Strom ꝛc. Bäche entstehen oft nur von zeitlichen Quellen.

V. Regen und Schnee sind Dünste: die Dünste steigen am häufigsten aus dem Meere auf; und werden von den Win-

den

(a) Systematische Beschreibung aller Gesundheitsbrünnen, und Bäder Deutschlands, Berlin und Leipzig 1768.

den in unsre Gegenden getragen; man kann also in diesem Verstande sagen, daß die Brünne auch von dem Meerwasser entstehen.

VI. Und wenn sich das Meer an einigen Orten unter die Berge ergöße, und dort große gewölbeförmige Aushöhlungen fände, in die es ausdünsten, sich an die Wände ansetzen, und durch Seitenöffnungen abfließen könnte: so wäre auch wohl am Fuße so eines hohlen Berges eine Quelle möglich.

VII. Ueber die Spitzen der Berge läuft das Regenwasser schnell ab, und da entstehn also keine Brünne; doch wenn sich in der Nähe eines Berges ein höherer Berg befindet, der mit dem erstern durch unterirdische Kanäle communicirt, und in dessen Aushöhlungen sich Wasser auf die eben vorher (V) angezeigte Weise sammelt, so kann auch wohl auf dem Berge ein Wasser hervorquellen.

VIII. Dieß Wasser bricht oft mit der grösten Gewalt aus, wenn die natürliche Brunnstube desselben sehr viel höher liegt, als die Quelle.

IX. Giebt es in einigen Orten periodische starke Regengüsse, oder schmilzt der Schnee nur zu gewissen Zeiten, und mit einem Male von den Gebirgen: so entspringen nothwendig hie und da periodische Quellen. In ganze See versammelt sich das viele Wasser, ob es schon nach einer kurzen Zeit wieder verkömmt. So einen See trift man in Krain unweit Laibach an.

* H. de la Hire vergrub ein bleyernes Gefäß 8 Schuhe tief unter die Erde, und konnte ganzer 15 Jahre hindurch keine

keine Spur von einem Regenwasser, das dahin gedrungen wäre, entdecken. Das wäre also gerade zu wider unsere Beobachtungen und Muthmassungen (§. 335. 4. §. 335. n.); allein wir geben es gerne zu, daß das Regenwasser nicht aller Orten in die Erde dringe, sonst würde man wohl an jedem Orte einen Brunn graben können; daß es aber doch vielfältig geschehe, das läßt sich gar nicht zweifeln, oder warum nimmt das Wasser in den tiefsten Brünnen, auch in denen, welche sehr hoch liegen, nach einem starken Regen häufig zu, warum fließen die Sodbrünne über ꝛc. (a)? 2.) Man will es uns ferner zwar zugeben, daß das Regen- und Schneewasser die Nahrung einiger Brünne sey; jedoch von den Quellen, und Flüssen, welche auch bey dem trockensten Wetter nicht versiegen, sey das ganz und gar unbegreiflich. Allein man nehme an, daß die Wasserbehältnisse im Vergleiche mit der Oeffnung, wo das Wasser ausfließt, sehr groß sind, und daß diese Behältnisse nicht nur vom Regen, sondern auch von geschmolzenem Schnee der Alpen, der bey trockenem Wetter allemal häufiger geht, gefüllet werden; man stelle sich überdas die Menge des Wassers vor, das von den Gestaden auf dem ganzen Wege des Flusses immerdar und alsdann häufiger zufließt, wann der Gegendruck des niedern Wassers im Rinnsaale gemindert ist: so, denke ich, wird man wohl nimmer soviel unbegreifliches in der Sache finden. Es ist auch sehr wahrscheinlich: daß mehrere Wasserbehältnisse in verschiedenen Höchen mit der nämlichen Quelle communi-

(a) Erndtelius in Warsavia illustrata pag. 121. le Monnier Observat. d' Histoire naturelle pag. 194.

nicieren; sind nun die obern entschöpfet, theilen die untern ihr Wasser mit. Die Wasserbehältnisse selbst werden nicht in gleicher Zeit gefüllt, denn biß das Wasser in die Tiefern zusammen sinkt, wird immer mehr Zeit erfordert. 3.) Woher sollen aber die großen Flüße unter der Erde kommen? — wie entstehn die vielen und großen Flüße in Amerika? — Die Flüße auf den Inseln? — Alles das hat keine neue Beschwerniß. Auch unter der Erde kann es Ausdünstungen geben, das Wasser kann sich unter der Erde in Flüsse sammeln, wenn es auf der Oberfläche keinen Austritt findet. Es können sich ganze Bäche von oben in eine unterirdische Höhle stürzen; die Süßigkeit dieser unterirdischen Gewässer widerlegt ihren Ursprung vom Meere. Auf den Inseln, mitten im Meere sind die Ausdünstungen, und die Regen häufiger, als immer anderstwo, und dieß gilt auch von Amerika. Dieses hat noch über das viele hohe und weite Gebirge. Endlich bemerke ich, daß auch in den Bergen Wasser ausdünsten, und die Dünste, in den Höhlen, Bäche und Flüße zeigen können (S. geg. VI.); nur die Allgemeinheit dieser Hypothese, die Filtration, und die unterirdischen Feuer haben keine Wahrscheinlichkeit.

** Die Zeichen, ob man an einem Orte mit Nutzen um einen Sodbrunnen graben kann, sind 1.) gewisse Pflanzen, die gemeiniglich nur an nassen Orten wachsen. 2.) Das Grünen einiger Pflanzen an einem Orte, da die übrigen ringsherum verdorren. 3.) Häufigere Dünste, und Nebel, welche aus einem Orte aufsteigen.

4.)

4.) Das anscheinende Zittern der Luft beym Auf- oder Niedergange der Sonne. 5.) Dazu kömmt noch das Libellieren, wodurch man den niedersten Ort findet, an dem sich insgemein Quellen entdecken lassen. So hat H. Couplet der kleinen französischen Stadt Coulanges la vienuse in Burgund das lange gesuchte Wasser verschaffet (a).

*** Die natürlichen Wasserbehältnisse ahmt man durch Kunst nach. Man bereitet eine Brunnstube durch wasserhaltige Körper z. B. durch Thonerde zu, und leitet eine oder mehrere Quellen dahin. Aus der Brunnstube aber bringt man es auf verschiedene Weisen in jeden andern Ort. Dabey hat man aber folgende Stücke zu bemerken. 1.) Ist durch den ganzen Weg, welchen das Wasser machen soll, einstettiger Abhang: so wird es für sich selbst in einer natürlichen, oder künstlichen Rinne fortfließen; wenn es nur nicht auf einer Erde fließt, welche das Wasser häufig durchläßt, oder gar Löcher hat. 2.) Soll aber das Wasser auf dem Wege eine Höhe übersteigen; so muß man stettige Röhren gebrauchen, und a) genau durch Libelliren, bestimmen, ob der Ort, nach dem ich das Wasser leiten will, nicht höher als die Brunnstube liegt; denn in diesem Falle würde ohne fernere Maschinen die ganze Wasserleitung unmöglich seyn. b.) Wäre aber eben nicht der für das Wasser bestimmte Ort, sondern nur ein auf dem Wege liegender Berg höher, als die Brunnstube, so mußte man entweder die Anhöhe durchgraben, oder die Röhren um dieselbe herumführen. c.) Auch ein dazwischen liegendes Thall kann diese Wasserleitungen, wo nicht unmög-

(a) Acad. des Sciences. 1722. in dem Leben des H. Couplet.

möglich, zum wenigsten sehr beschwerlich machen, wenn es sehr tief wäre, und der zu sehr vermehrte Druck des Wassers die Röhren zerriß. Man müßte die Röhren in diesem Falle entweder stärker machen, oder sie durch Pfeiler unterstützen, daß sie höher zu liegen kämen. Die Ursachen von allen diesem hab ich schon oben (§. 204 II. Th.) angegeben. 3.) Die Oeffnung der Röhre muß so beschaffen seyn, daß bey derselben nicht mehr Wasser ausfließen könne, als in der Wasserstube zufließt.

II. Von dem Laufe der Flüsse.

§. 437.

Wenn das Wasser, welches aus der Erde hervorquillt, einen Abhang findet, so muß es nothwendig dorthin laufen, wohin es der Abhang führet; die Geschwindigkeit aber, mit der es fortrinnt, wird durch die Höhe des nicht wiederstehenden Abhanges, und des drückenden Wassers bestimmt. Das Wasser ist schwer, und hat einen sehr geringen Zusammenhang; es muß also über eine geneigte Fläche mit einer Geschwindigkeit hinlaufen, die sich zur senkrechten Geschwindigkeit verhält, wie die Höhe des Abhanges zu seiner Länge (§. 147). Die Wassertheilchen selbst drücken aufeinander in Verhältnisse ihrer Höhe (§. 201); mithin müßen die untern Wassertheilchen eben dort einen kleinern Widerstand finden, wo es abhängig ist, und sich theils wegen der eigenen Schwere, theils wegen dem Drucke der obern Theilchen geschwinder bewegen. Es sey (XLI. Fig.) AB die Horizontallinie, mn die Oberfläche des Wassers; von m bis n aber habe der Rinnsal einen Abhang. Da nun von m

bis n das obere Wasser immer auf das untere drückt, und bey B ein Abfall ist; muß das auf dem Boden fließende Wasser für sich selbst, wenn die am Boden sich entgegen sträubenden Hindernisse den Lauf nicht hemmen würden, **mehr gegen B hinüber, als entgegen** gedrückt, und die Geschwindigkeit nicht nur von der Schwere, sondern auch durch diesen Druck vermehrt werden.

I. Wenn also in dem Rinnsale kein Widerstand wäre: so müßte bey jedem Abfalle das unterste Wasser die größte Geschwindigkeit haben.

II. Sehen wir aber auf den Widerstand des Rinnsales: so muß sowohl das Wasser auf dem Boden, als an den Seitenwänden in seinem Laufe gehemmt werden; denn die hervorragenden Theile wirken dem Wasser entgegen, und selbst das Reiben an den ebenen Wänden muß die Geschwindigkeit aufhalten; da nun auch in den Wassertheilchen ein Zusammenhang herrschet: so werden durch diesen die zurückgehaltenen untersten Theile auf die obern wirken, und machen, daß die größte Geschwindigkeit dort sey, wo sich die Wirkung dieses Widerstandes endet. Dieses aber wird nach Beschaffenheit der Tiefe des Flußes bald auf der Oberfläche, bald unter dieser, bald in verschiedener Tiefe geschehen.

III. Dieses alles geht in einem um so größern und merklichern Grade vor, wie größer die Ungleichheit des Bodens, und der Gestade, oder der hervorstehenden Theile ist.

IV. Verliert sich der Abhang, und ist eine ziemliche Strecke des Rinnsales eben: so kann das Wasser 1.) nicht nur keine neue Geschwindigkeit erhalten, sondern 2.) es muß auch einen Theil der vorigen verlieren. 3.) Die größte Geschwindigkeit wird immer mehr und mehr zur Oberfläche des Wassers kommen, und zuletzt auf ihr selbst entstehen, wenn anders die Ebene so lange anhält. 3.) Eine neue Geschwindigkeit ist unmöglich, weil auf der Ebene sowohl die Wirkung der Schwere, als der Druck der nachfolgenden Wassertheilchen aufhört. 2.) Unterdessen bleibt noch immmer der Widerstand von dem Bette des Flußes, und von den Gestaden. Es muß also sogar die vorige Geschwindigkeit gehemmt werden. 1.) Und gleichwie der Widerstand auf das unterste Wasser anfangs am stärksten ist: so muß auch die Geschwindigkeit von unten gegen die Oberfläche des Wassers abnehmen, das ist, die respectiv gröste Geschwindigkeit kömmt immer näher zur Oberfläche.

* Mit diesen Gesetzen treffen die Versuche des H. Pitot vollkommen ein (a). Er befestigte an einem Stäbchen zwey gläserne Rohre AB und CDE (Fig.XLII.), und versenkte sie in ruhendes, oder auch in fließendes Wasser, doch so, daß der Theil DE dem Laufe des Flußes nicht entgegenstand, sondern mit ihm die nämliche Richtung hätte. In diesem Falle stand das Wasser in beyden Rohren nicht höher, als die Oberfläche des Flußes. Als er aber den Theil DE gegen der Richtung des Flußes kehrte: so stand das Wasser im Rohre CDE weit über der Oberfläche

(a) Mémories de l'Acad. des sciençes a Paris 1730.

fläche des Flußes: und zwar um so höher, je schneller der Fluß fortströmte. Im Rohre AB hingegen blieb das Wasser allemal der Oberfläche des Flußes in der Höhe gleich. Es ist kein Zweifel, daß man die Höhe des Wassers über die Oberfläche des Flußes im Rohre CDE der Geschwindigkeit des Flußes zuschreiben muß; der Druck des Wassers, der von der Schwere kömmt, ist in dem Rohre, wie außer derselben; das beweißt man durch das Rohr AB, in dem die Höhe des Wassers der Oberfläche des Flußes gleich ist. Die größere Höhe im Rohre CDE muß also einen andern Grund, als diesen Druck, das ist, die Geschwindigkeit des Wassers haben. Aus dem Grundsatze dergleichen Wirkung und Gegenwirkung, und dem §. 223. angegebenen hydraulischen Gesetze erweißt man nun ferner, daß sich die Geschwindigkeit des Wassers, wie die Quadratwurzel von der Höhe des Wassers im Rohre CDE über die Oberfläche des Flußes, verhalte. Der berühmte P. Lecchi ziehet in seinem welschen hydrostatischen Werke (a) einen Quadraten mit einer Kugel vor (XLIII.), an dem das Abweichen der Kugel von der senkrechten Stellung die Geschwindigkeit des Wassers mißt. Warum an der Sicherheit dieser Meßart billig zu zweifeln sey, zeiget Prof. Helfenzrieder in einer Abhandlung vom Wasserbau (b).

§. 438.

Alles, was den Rinnsal eines Flußes einschränken kann, das zieht die Erhöhung

(a) Herausgegeben zu Mayland 1765. wo auch ein Brief von H. Rog. Boscovich eingerückt ist.

(b) Abhandl. der Churf. baierischen Akad. IX. Band S. 437. §§. 14. — 17.

des Wassers sowohl bey dieser Einschränkung, als schon vor derselben nach sich. Denn man hemmt durch Einschränkungen den Lauf des Wassers, und drängt die nämliche Masse in einen schmälern Raum zusammen; was also nicht in die Breite ausfließen kann, das begiebt sich in die Höhe; denn das Wasser läßt sich nicht zusammendrücken. Aber eben diese Erhöhung verursacht einen Widerstand gegen das nachfließende Wasser, und darum wird auch dieses aufschwellen.

I. Das eingeschränkte Wasser wird sich also jetzt leichter über die Ufer ergießen; und würde in denselben abgelaufen seyn, so die Einschränkung weggeblieben wäre.

II. Es wird daher durch Einbauen in den Rinnsal das Wasser oft zur Ueberschreitung der Ufer genöthiget, und eine große Ursache der Ueberschwemmungen gehoben, wenn der eingeschränkte Rinnsal erweitert wird.

III. Zwischen den Einschränkungen muß das Wasser nothwendig geschwinder fortströmen; denn die Erhöhung des Wassers zieht zugleich einen Abfall nach sich.

IV. Fordert es die äußerste Noth, daß man in den Fluß hineinbaue, so kann man dem Schaden, den man von der Erhöhung des Wassers zu befürchten hat, einiger massen bevorkommen, wenn man auf der andern Seite den Rinnsal mit Raumen erweitert. Hiedurch verschaft man dem Wasser den Raum, den man ihm auf der andern Seite verbaut, und macht die Erhöhung unmöglich. Auch schont man durch eben

dieses

Dieses Raumen dem neuen Baue, auf den das Wasser nun mit weniger Gewalt wirket.

* Das Ausräumen durch Menschenhände, das ist sehr kostbar. Die Arbeit der Thiere ist wohlfeiler; aber am wohlfeilsten ist doch die Gewalt des Wassers selbst, wenn man ihr durch Maschinen zu Hilfe kömmt. Die Beschreibung solcher Maschinen für Thiere sowohl, als für das Wasser selbst findet man in H. Leupolds Schauplatz der Wasserkunst, und eine andere Raummaschine erfand H. Prof. Helfenzrieder (*a*); und diese ist in verschiedenen Umständen sehr brauchbar. Der Verdienstvolle H. Leupold lehrt auch die Weise, wie man felsichte Ufer, und Bette der Flüße zersprengen, und abgesprengte Felsenstücke aus dem Wasser erheben möge, auch, wie der Schlamm herausgezogen, und in ein Schiff eingeladen werde (*b*).

§. 439.

Die Vertiefung des Bodens im Rinnsale ist eines der kräftigsten Mitteln, dem Fluße jede Richtung zugeben; denn das Wasser muß nach eben der Richtung, nach der man den Boden vertieft, mit größerer Geschwindigkeit hinfließen, und wegen dem Zusammenhange auch das nachfolgende Wasser mächtiger fortreißen. Dieser Geschwindigkeit wegen aber greift das Wasser den Boden stärker an, und erweitert ihn nach eben der Richtung, nach der es fließt, immer mehr und mehr.

(*a*) Am obigen Orte §. 79.
(*b*) §. 165. §. 170. in dem angezog. Schaupl.

mehr. Die Raummaschinen haben also auch dazu einen Gebrauch, daß man dem Fluße eine bestimmte Richtung geben kann.

§. 440.

Die Gebäude, welche in den Fluß hineingeführt werden, die Gestade, Beschlächte ꝛc. **sollen allemal schief in den Fluß hineingehen,** weil diese schiefen Ebenen mehr Dauerhaftigkeit, als die steilen haben; denn diese werden weit heftiger von dem Wasser angegriffen, sonderbar in der Tiefe, wo das Ufer mit dem Boden einen rechten Winkel macht; denn hier leidet das Wasser einen doppelten Widerstand: z. B. in b (Fig. XLIV.) widersteht ihm das Ufer ab, und der Boden bc. Steht dem Strome ein senkrechtes Gebäude entgegen, so wirkt das Wasser mit seiner ganzen Geschwindigkeit, und Masse auf dasselbe; da im Gegentheile bey schiefen Ebenen die nämliche Masse Wasser auf eine größere Oberfläche seine Gewalt und seinen Druck schief vertheilt; wodurch die Wirkung schwächer wird, sollte so ein Gebäude dem Strome auch gerade entgegen stehen. Endlich kann bey anwachsender Höhe des Wassers seine Kraft niemal so groß werden, als zwischen den steilen Ufern; denn in jenen AbcD, nicht aber in diesen zwischen abcd findet das Wasser immer einen größern Rinnsal.

* Wie man ferner die Gestade 1.) durch zeitliche Eindämmungen, 2.) durch Abänderungen der steilen Ufer in schiefe, 3.) durch Ueberkleidungen, 4.) durch Stribzäune und Stromkörbe wider die Gewalt des Wassers beschützet, das findet man in den schon angezogenen Werken

ken Leupolds und Helfenzrieders, und in Bellidors Architectura hydraul. (a)

Das Nützlichste aus diesen Werken werde ich in den Vorlesungen erklären.

II. Kapitel.

Von dem Meere, und den Seen.

§. 441.

Die niedersten Theile auf der Erdkugel, ein weiter, ununterbrochener mit Wasser erfüllter Raum, und der Sammelplatz beynahe aller Gewässer der Erde, das ist, was man das **Meer** nennet. **Der See** ist von dem Meere in der Größe unterschieden; denn er ist unvergleichlich kleiner als das Meer, und wird überdas ringsherum von festem Lande eingeschlossen; doch muß er auch nicht durch unterirdische Kanäle mit dem Meere communiciren. Das Meerwasser ist durchaus sauer und bitter; die See theilen sich in **süße**, und in **saure**. Ein **Weyher** ist ein kleinerer See, den man aber willkührlich ablassen, und vom Wasser leeren kann. Eine **Pfütze** ist ein Wasser, das sich in eine Tiefe nach einem Regen, oder Ueberschwemmung zusammensetzt, und weder einen Zufluß, noch Ablauf hat.

§. 442.

Meere, und See, ja wohl auch sehr viele Weyher haben, wenn wir auf ihre mehr entfern-

(a) II. Th. 4. Buch.

fernten Ursachen zurückgehen, den nämlichen Ursprung; das Wasser fließt und versammelt sich in die niedersten Orte: die Flüße ergießen sich in das Meer und in die See: die Weyher werden von kleinen Quellen, und vom Regen gefüllet; und diese ersetzen zugleich auch das wieder, was durch Ausdünstungen, oder durch einen Ausfluß an einigen Orten hinweggehet.

—

I. Alle diese Wasserversammlungen müssen tiefer liegen, als die Quellen, aus denen sie ihr Wasser erhalten.

II. Darum muß auch das Meer der tiefste Ort der Erde seyn, weil sich dahin alle Flüße versammeln.

§. 443.

Die Säure des Wassers im Meere,

und in den sauren Seen, ist entweders unmittelbar vom Urheber der Natur in diese Gewässer erschaffen, oder sie entsteht erst durch Auflösung der Salzsteine und ganzer Salzgebirge im süßen Wasser. Keines läßt sich mit Gewißheit, und mit Ausschluße des andern vertheidigen.

I. Im zweyten Falle muß das Wasser gegen Mittag säurer seyn, als gegen die zween Erdpole; denn die Wärme befördert die Auflösung.

II. Das Meer wird immer sauer bleiben, ungeachtet sich die süßen Flüße beständig in dasselbe ergießen; denn die aufsteigenden Dünste lassen das Salz, und die sauere Theile zurück, und das neuankommende süße Wasser löst sie wieder auf.

§. 444.

Es läßt sich eben so wenig mit Gewißheit behaupten, ob die Bitterkeit des Meerwassers von einer Bergfette, oder von einem Bittersalze, und den Theilen der verfaulten Thiere, und Pflanzen herkomme; denn beydes ist möglich. Dem gemeinen Wasser hat man durch Salz, und Steinkohlöl den sauern und bittern Geschmack des Meerwassers gegeben. Andere haben durch genaue Untersuchungen nichts von Bergfette in dem Meerwasser entdecken können.

§. 445.

Der Boden des Meeres ist wie der übrige Erdboden beschaffen; er hat Ungleichheiten, Berge, Thäler, Klippen, Flächen ꝛc. woraus man schließt, daß das Meer an verschiedenen Orten verschiedene Tiefe habe. An einigen Orten ist es unergründlich, das heißt, es läßt sich kein Körper bis auf den Boden des Meeres an diesen Orten versenken.

Die Lage des Meeres muß durch die Zeit große Abänderungen leiden. 1.) Die Flüße führen von Zeit zu Zeit immer große Lasten von Schlamme, Sande, Erden, Steinen ꝛc. in das Meer, wovon nicht das geringste ausdünsten kann, und vielleicht nur sehr weniges wieder abgeführt wird. 2.) Es entstehen in dem Meere viele Erdbeben, wodurch oft ganze Inseln in das Meer begraben werden, und andere aufzustehen scheinen. 3.) Die verschiedenen schädlichen Thiere, die nicht durch das Wasser gehen, und sich doch auf mehrern Inseln einfinden, lassen uns kaum zweifeln, daß dergleichen Inseln, und auch ganze Welttheile entweder mit der übrigen Erde noch zusammenhangen, oder doch gewiß erst nach einer allgemeinen Ueberschwemmung abgetrennt worden seyen.

IV. Abschnitt.

Von der Erde.

Die **Erde** ist ein chemisches Element (§. 240). Die große Verschiedenheit der Erdarten in der Natur muß man den vielen mit dem Elemente verbundenen fremden Theilen zuschreiben (eben dort). Welche sind aber nun diese fremden Theile? — Dieses gedenke ich in dem gegenwärtigen Abschnitte zu untersuchen. Ich betrachte also hier die Erde nicht, als einen Bestandtheil aller festen Körper, sondern bloß in soferne sie als ein gemeines Element unter dem Name **Erde** vorkömmt, und als ein mürber Körper beschrieben wird, der sich nicht nur schaben, sondern auch mit einem Finger leicht zerreiben läßt, und (wenn sie rein ist) in dem Wasser allein nicht aufgelöst werden kann. Unter diesem Gesichtspunkte haben wir sonderbar die **Natur** und **Verschiedenheit** der **Erde überhaupt**, und dann 2.) ihre **Fruchtbarkeit** zu untersuchen.

I. Kapitel.

Von der Natur, und Verschiedenheit der Erde überhaupt.

§. 446.

Versuche des H. Reaumür (a). Wenn die Erde befeuchtet wird, so dehnet sie sich aus, und schwillt auf;

(a) Mémoires de l'Acad. des Sciences. 1730.

auf; wird sie aber wieder trocken, so zieht sie sich zusammen. Vom Sande gilt das nicht eben; in ihm bringt weder die Feuchtigkeit, noch die Trockne neue Aenderungen hervor. Dieser Unterschied ist beständig, und bleibt auch alsdenn noch, wenn man den Sand sowohl, als die Erde auf das feinste zerreibet. 2.) Die feuchte Erde läßt sich in eine Art eines zähen Teiges zusammenkneten, und in allerhand Figuren ohne Nachtheile des Zusammenhanges zwingen. Der Sand ist auch zu diesem ungeschickt. 3.) Wenn man eine mit Sand vermischte Erde, oder einen zerstossenen Stein mit Wasser begießet, sie wohl untereinander menget, und alsdann ruhen läßt: so fällt ein Theil davon zu Boden, und der andere bleibt mit dem Wasser vermischt. Söndert man das, was noch im Wasser schwebet von dem ab, was auf dem Boden liegt, und untersucht beydes ferner: so zeigt sich an dem **ersten** alles, was wir zuvor von der Erde; und an dem **zweyten**, was wir von dem Sande gesagt haben. 4.) **Reaumür** machte die nämlichen Versuche mit Kieselsteinen aus Marly; doch hier ließ sich die Erde, die er erhielt, in keinen zähen Teig kneten.

I. **Die Erde ist vom Sande wahrhaft unterschieden;** (alle Versuche).

II. **Der Unterschied scheint in dem zu bestehen, daß die Erde, nicht aber auch der Sand, das Wasser einsauge;** wie könnte sie sonst wohl davon aufschwöllen, wenn sie sich durch ihre anziehende Kräfte das Wasser nicht gleichsam eigen machte?

III. Die

III. Die eingesogenen Wassertheile vermehren die Berührungspunkte, die anziehenden Kräfte werden in größere Thätigkeit versetzt, und so der größere Zusammenhang bewirket.

IV. Auch **Steine bestehen aus Erde, und Sand**; in einigen dieser Steine behält die Erde ihre vorige Natur bey (3), in andern wird sie in etwas abgeändert (4).

§. 447.

Die Erde verbindet sich mit allerhand fremden Theilen. Sie wird niemalen rein angetroffen, und die Chemie entdeckt in derselben, so, wie sie in der Natur vorkömmt, schon viele ungleichartige Theile, z. B. Sand, Kalch, Gyps, und Metalltheilchen. Dieses muß uns leicht begreiflich seyn, wenn wir bedenken wollen, daß die meisten Arten der Steine sich verwittern, und zerfallen; denn hiedurch müssen sie sich nothwendig mit der Erde verbinden, und, so zusagen, in ihre Substanz übergehen; besonders aber kann man das von dem Kiese sagen, der aus Schwefel und metallischer Erde besteht.

I. Die verschiedenen Arten der Erde also, z. B. **Kalcherde, Gyps-, Sand-, Metallerde** ꝛc. entstehen, je nachdem die gemeine Erde mit diesen oder jenen Theilen häufiger verbunden ist.

II. Die **Farberden** haben ebenfalls die Vermischung unterschiedlicher zerstörter Metalle zum Grunde.

III. In

III. In der **Thonerde** hat sich die Erde mit ölichten Theilen, und mit Vitriolsäure verbunden; denn das Minium läßt sich durch die Thonerde reduciren; wie wäre wohl das möglich, wenn sie nicht brennliches Wesen, oder ölichte Theile mit sich führte? Die Oele werden aber nur von der Säure aufgelößt, und die Thonerde hat über das noch verschiedene Farben; folglich darf man den Schluß so ziemlich richtig auch auf das Daseyn einer Vitriolsäure machen. Die **Thonerde** ist nach dem Verhältniße der vermischten Theile, und nach der Art und Vollkommenheit der Vermischung bald **Hafnerthon, Pfeifferthon, Porcellanthon** ꝛc.

IV. Der **Mergel** ist eine Zusammensetzung von Thone, Kalch, und Sande; in diese hat man ihn durch Kunst zersetzet. Je nachdem einer dieser dreyen Bestandtheile vorschlägt, demnach heißt er jetzt **Thonmergel**, jetzt **Kalch**, oder auch **Sandmergel**. Alle drey machen mit verschiedenen Erden eine Vermischung von mittlerer Feste oder Lockernheit aus.

* Fernere Erdarten zu bestimmen, und sie in gewisse Klassen zubringen, das ist das Geschäft der Naturgeschichte. Die Natur der Kalch, und Gypssteine ꝛc. Der Metalle ꝛc. wird in dem nächsten Theile, als an dem mehr eigenthümlichen Orte genauer untersucht werden.

II. Kapitel.

Von der Fruchtbarkeit der Erde.

§. 448.

Versuche über die Bestandtheile der Pflanzen. Man mag die Gewächse mit oder ohne Feuer, durch Fäulung, oder Einäschern, und Auslaugen chemisch untersuchen: so erhält man allemal 1.) **Wasser**; 2.) **Dele** von unterschiedlichen Eigenschaften, 3.) **saure**, und **alkalische** Salze, 4.) Erde, und zwar aus den kleinen Gewächsen **Glasartige**, und aus den größern **Kalchartige**; auch aus den Früchten, z. B. aus ihrer mehlichten Substanze erhält man glasartige Erde. II. Die nämlichen Theile entdeckt die Chemie auch in dem Safte, der aus einer frischen, und grünen Pflanze ausgepreßt wird.

Folgesätze. Zum Wachsthume der Pflanzen werden alle diese Bestandtheile erfordert; denn das Wachsen ist nichts anders als eine Vermehrung, und Vermischung dieser Theile nach einem gewissen Verhältniße. Wie häufiger die Pflanze diese Theile in der gehörigen Austheilung einsauget, um so schneller, und ergiebiger muß die Pflanze fortwachsen.

II. Dieß gilt auch von der Pflanze, die noch unter der Erde keimet; weil man auch da schon die besagten Theile antrifft.

III. Da

III. Da sie aber in den Pflanzen sowohl, als in ihrem Safte aufgelöst, und auf eine sehr vollkommene Art vermischt angetroffen werden: so muß alles das, was zu dieser Auflösung und Vermischung etwas beyträgt (ich verstehe Luft, Wärme, öfters Begießen ꝛc.), auch das Wachsthum der Pflanzen befördern.

§. 449.

Fernere Beobachtungen I. Die Pflanzen wachsen in einer stark ausgetrockneten Erde gar nicht, und sehr schlecht in einer Erde, in der sich wenige, oder gar keine salzichten und ölichten Theile entdecken lassen. 2.) In fruchtbaren Erdreichen findet sich aber durchaus salzig, und ölichtes Wesen vor. II. Weder im Salze, noch im Oele allein wächst eine Pflanze, wohl aber im Wasser. (a) 2.) H. **Kraft** (b) hat sogar erfahren, daß sich Haber und Hanfkörner in verschiedenen Materien, als in gedörrten Sande, zerschnittenen Papiere, wollenen Tüchern, klein zerschnittenem Heue ꝛc. die er wohl mit Wasser angefeuchtet, eben so aufgeschlossen haben, als in der besten Erde.

Folgesätze. I. Obgleich das rohe Salz, und die Fette dem Wachsthume der Pflanzen mehr nachtheilig, als zuträglich ist (Beob. II.,), so befördern sie selbes doch, wenn sie in der Erde durch eine gelinde Gährung gehörig vermischt sind (I. 2.). Das Wasser löst die Salze, und diese die Fette auf, wodurch ein flüßiger Mittelkörper hervorgebracht wird, der den Pflanzen Nahrung giebt.

II. Das

(a) Alston. Tiroc. botan. Bonnet Recherches sur l'Usage des feuilles.

(b) Comment. nov. Petropol. T. II.

II. Das Wasser muß **entweder** in die Bestandtheile der Pflanzen selbst umgezeugt werden, **oder** es muß doch wenigstens, als ein von der Natur dazu bestimmtes Werkzeug, der Pflanze diese Bestandtheile zuführen (Beob. II. 1. §. vorg. I. Folg.).

* Das erste ist die Meinung des H. v. Helmont, Hales, Boyle, Gleditsch, Waller ꝛc. (a) Ich zweifle gar nicht an der Richtigkeit ihrer so oft, und allemal mit dem nämlichen Erfolge wiederholten Versuche, nur die Folge, die sie daraus ziehen, scheint mir nicht genugsam gegründet zu seyn; denn 1.) ich glaube, daß man das Wasser immer noch als ein Element betrachten müße, das wie es nicht aus Erde besteht, also auch nicht in Erde, oder andere Substanzen wahrhaft zersetzt werden kann (§.239.). 2.) Auch in dem destillirten, noch mehr aber in dem Regenwasser ist Salz, Erde, und Fette vorhanden; mithin müßte das, was die Pflanze der Erde, in der sie stand, entzog, durch das geregnete, oder zugegossene Wasser ersetzt werden. 3.) Die Gewächse, mit denen Helmont ꝛc. seine Versuche vornahmen, waren meistens wässerichte, oder solche, die das Wasser häufiger, als die andern Theile enthielten. 4.) Endlich scheint es mir, daß man bey der Beurtheilung dieser Versuche auch die Erde-, Wasser- und Oeltheile, welche von den Gewächsen sowohl, als von der Erde, in die sie gepflanzt sind, aus der Luft eingesogen werden, in die Rechnung ziehen müsse; denn es ist gewiß, daß die Luft stäts mit solchen fremden Theilen angeschwängert ist. Der Salpeter wird durch

die

(a) Joh. Gottsch. Wallerius, chem. Grundsätze des Ackerb. 6. Kap.

die Luft an den Mauern, und Wänden erzeiget. H. Priestley (a) hat in der Luft eine Menge brennliches Wesen angetroffen. Die Erfahrung lehrt uns sogar, daß von der Haut des Wassersichtigen eine große Menge Wassers eingesogen wird, u. s. f.

§. 450.

Diejenige Erde ist also fruchtbar,

in der die salzichten, und ölichten Theile nicht nur immer vorhanden sind; sondern auch auf eine besondere Weise durch den Zutritt des Wassers voneinander aufgelöst, und durch die Gährung, und Vermischung mit der Erde so zubereitet werden, daß diese seifenartige Mischung von der Pflanze leicht eingesogen werden könne; denn dieser so zubereitete Saft ist die Nahrung der Pflanzen (§. 448).

1. Damit die Erde fruchtbar sey, muß sie nicht zu feste seyn.

Die Festigkeit hindert, die Zubereitung des Nahrungssaftes; in eine feste Erde dringt das Waßer als das gemeine Auflösungsmittel der Salze und der Oele nicht. 2.) Eben so wenig hat die Luft, und alles das, was von der Luft zur Nahrung der Pflanze eingesogen wird, in eine feste Erde einen Zutritt. 3.) Die Wärme, als eines der kräftigsten Hilfsmittel zur Auflösung, und Gährung (§. 95. 112), kann den inneren Erdtheilen nicht so vortheilhaft werden, wenn die äußere Erdrinde zu fest und für Bewegung der Wärme ungeschickt ist.

(a) Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft 1. Th. 3. Absch.

II. Die fruchtbare Erde darf aber auch nicht zu locker seyn. 1.) Das Wasser sitzt durch eine lockere Erde leicht durch, besonders, wenn sie sandicht ist. 2.) Nicht nur das eingesogene Wasser, sondern auch die aufgelösten ölichten, und salzichten Theile würden den Pflanzen durch Ausdünstung entzogen werden. 3.) Dazu kömmt noch, daß die Pflanze in einer zu lockeren Erde nicht gehörig befestiget werden kann. Das Wasser spielt die Erde von der Wurze leicht hinweg, weil sie nicht genugsam damit verbunden ist.

* In diesen zweenen Sätzen liegt der Grund der Regeln des Ackerbaues, nach denen die Vermischung verschiedener Erdarten (§. 447) geschehen muß, und nach denen auch sogar der Gebrauch des Pfluges und der Egge zum Theil bestimmt wird.

III. Wenn die Erde fruchtbar seyn soll, so muß in derselben immer der nöthige Vorrath von ölichten, und salzigen Theilen erhalten werden.

* Dieser Vorrath wird dem Acker sonderbar durch den Dünger verschaft. Die Mischung ungleicher Erdarten bewirket nur, daß die salzigen und ölichten Theile leichter eingesogen, aufgelöst, und in der Erde länger erhalten werden; der Dünger aber schaft diese Theile selbst herbey.

** Eine fernere Erklärung der Grundsätze von dem Feldbaue ist nicht so fast der Gegenstand der Naturlehre, als der Landwirthschaft. Ich kann sie also hier um so leich-

leichter umgehen, weil diese Wissenschaft in besondern Stunden aus einem eigen hiezu bestimmten Lehrbuche vorgetragen wird. Man lese hierüber die chemischen Grundsätze des Ackerbaues von H. Gottsch. Wallerius, übersetzt von D. Joh. Georg Krunitz, Berlin. 1764. und den praktischen Beweis der Unfruchtbarkeit jeder Erdart von Stephan Gügenmus (a).

V. Abschnitt.

Von dem Salze.

§. 451.

Ob wir gleich das salzige Wesen in der Natur nicht als ein reines Element, sondern allemal mit andern Theilen versetzt antreffen, und an verschiedenen Salzen wiederum verschiedene Eigenschaften wahrnehmen: so kommen sie doch in dem zusammen, daß sie sich in dem Wasser auflösen lassen, in dem Feuer für sich selbst nicht brinnen, und auf der Zunge einen **eigenen** Eindruck machen. Jeden Körper von dieser Art nennen wir ein Salz. **Saure** Salze sind die, welche den Violensaft roth färben, und auf der Zunge so eine gleichsam zusammenziehende Eigenschaft äußern. **Alkalische** Salze nennt man diejenigen, welche die blaue Farbe der Erdgewächse ins Grüne umändern, und auf der Zunge einen mehr stechenden, und beissenden Geschmack haben. Die Auflösungen dieser beyden Salzen brausen miteinander auf, wenn man sie vermischt. Die **Mittelsalze** werden diejenigen genannt

(a) Bemerkungen der Kuhrpfälzischen physikalisch-ökonomischen Gesellschaft vom Jahre 1773.

die aus alkalischen und sauren, oder mit diesen oder jenen aus andern Substanzen zusammen gesetzt sind.

Von diesen dreyen Gattungen werde ich nun in so vielen Kapiteln das nöthigste sagen; indem dieser Theil in den chemischen Vorlesungen vollständig erklärt wird, und meine Zuhörer schon mit einer genauen Kenntniß der Salze versehen zu mir kommen. Aber auch das Wenige will ich hier nur zum Behufe derjenigen anzeigen, welche vielleicht die Gelegenheit nicht haben, sich mit dem chemischen Studium näher bekannt zu machen, und denen dieß Lehrbuch in die Hände kommen sollte.

I. Kapitel.

Von den sauren Salzen.

§. 452.

Versuche und Beobachtungen über das Entstehen der sauren Salze.

1.) Das saure Salz wird allemal mit fremden Körpern vermischt angetroffen. 2.) In den Pflanzen ist die Säure **entweder** schon entwickelt in einer merklichen Quantität, und als ein vordringender Bestandtheil zugegen, z. B. in den unzeitigen Früchten, in Zitronen, im Saurklee ꝛc. **oder** es wird erst durch die trockene **Destillation** aus gewissen Holzen, und andern Pflanzen erhalten, z. B. aus dem Wachholder, der Eiche ꝛc. Auch durch die **Gährung** werden die sauren Salze entwickelt, z. B. im Weinmoste.

II. Ver-

II. Versuche über die allgemeinen Eigenschaften der sauren Salze.

Neben den im vorig. §. schon bemerkten allgemeinen Eigenschaften kommen die sauren Salze auch in dem überein, daß sie weder vom Wasser, noch vom Feuer, wenn sie rein sind, eine Aenderung leiden; so werden alle saure Geister (Spiritus Salis) in einem wohl geschlossenen Gefäße ohne Nachtheil ihrer Kräfte aufbewahrt, und erhalten sich, wenn sie auch im Feuer gekocht werden: ja ihre Säure wird wegen der Ausdünstung des Wassers mehr in die Enge gebracht. 2.) Sie lösen ölichte Körper auf. 3.) Mit alkalischen Salzen brausen sie auf. 4.) Werden sie mit einer Seife versetzet; so schlagen sie die aufgelösten Theile nieder, und verbinden sich mit dem Alkali. 5.) Alle saure Salze sind specifisch schwerer, als das Wasser.

III. Versuche über die Verschiedenheit der sauren Salze.

Ob die sauren Salze gleich alle specifisch schwerer sind, als das Wasser: so haben sie doch unter sich eine verschiedene specifische Schwere. 2.) Andere Unterschiede zeigen sich auch in dem **Zusammenhange**, 3.) in der **Flüßigkeit**, 4.) in der **Auflösungskraft**, 5.) in den **Krystallen**, wenn sie auch mit dem nämlichen alkalischen Salze versetzt werden.

§. 453.

Es ist wahrscheinlich, daß die sauren Salze nur zufälliger Weise voneinander unterschieden seyen, im Grunde aber das näm-

nämliche Principium haben; denn nur eine verschiedene Menge der Erde, mit der die nämliche Quantität des Salzes, oder nur eine verschiedene Quantität des Salzes, mit der die nämliche Menge der Erde verbunden ist, kann eine Ursache der beobachteten Unterschiede (§. vorg. III.) seyn. Bedenkt man überdas, wie diese Salze erhalten werden, so läßt sichs kaum mehr zweifeln, daß neben der Erde noch andere fremde Theile mit dem Salze vereinigt seyen, und einen Theilgrund der Verschiedenheit ausmachen. Man kann also mit aller Wahrscheinlichkeit auf ein gemeinschaftliches Principium aller sauren Salze schließen.

* Hieher gehört das Experiment des Herrn Hombergs (a), das auf diesen Satz ein großes Licht verbreitet.

II. Kapitel.

Von den alkalischen Salze.

§. 454.

Beobachtungen I. über die Weise das feuerbeständige Alkali aus den Körpern zu erhalten. 1.) Es wird aus den Pflanzen, und sonderbar aus der arabischen Pflanze **Kali**, und aus dem Weinsteine durch Verbrennen, und Auslaugen; 2.) desgleichen auch aus dem Salpeter, und dem gemeinen Salze mit

Bey-

(a) Mem. de L' Acad. des sc. 1699.
Stattlers Phys. gen. Sect. II. c. II. §. II.
Erxlebens Anfangsgründe der Chemie II. Abth. 4. Absch. §. 456.

Beysetzung von Kohlen erhalten. 3.) Das Aufbrausen einiger Gesundheitswässer mit einer zugegossenen Säure verräth auch die Gegenwart eines alkalischen Salzes. II. **Ueber die allgemeinen Eigenschaften dieser feuerbeständigen alkalischen Salze.** Neben den schon (§. 451) angezeigten Eigenschaften kömmt sonderbar ihre anziehende Kraft auf die dichten Theile in Betrachtung, die sich noch mehr auf das Wasser, und am stärksten auf die sauren Salze äußert. 2.) Aber auch diese werden verschieden angezogen, je nachdem sie mehr oder weniger concentrirt sind. 3.) Durch Beysetzung des Alkali werden die Metalle leichter zum Fluß gebracht. 4.) Der Sand verglaset sich im Feuer mit dem Alkali. 5.) Die brennlichen Körper sind härter zu entzünden, wenn sie an ihrer Oberfläche vieles Alkali haben. III. **Ueber die Verschiedenheit eben dieser alkalischen Salze.** Sie unterscheiden 1.) sich durch die Stärke ihrer anziehenden Kräfte (II. 1.). 2.) An dem Eindrucke auf die Zunge.

§. 455.

Auch die alkalischen feuerbeständigen Salze haben alle das nämliche Principium; denn die Verschiedenheit, die sich unter ihnen zeigt, darf man mit eben dem Rechte bloß ihrer zufälligen Verbindung mit unzerstörtem Oele und dem erdhaften Wesen zuschreiben, (§. 453); im übrigen aber haben alle diese Salze gleiche Wirkungen, und einen gleichen Urgrund.

§. 456.

§. 456.

Beobachtungen und Erfahrungen von dem flüchtigen Alkali. I. Man erhält es durch Destillation aus den meisten Theilen des thierischen Körpers, 2.) Aus einigen Pflanzen, z. B. Zwiebel, Knoblauch, und aus allen jenen, welche Kreutzblumen tragen. II. Es unterscheidet sich von dem feuerbeständigen Alkali durch die Flüchtigkeit, 2.) durch die stärkere Auflösungskraft. 3.) Das flüchtige Alkali wird bey den Mittelsalzen der Grund der Flüchtigkeit, welche diese durch das Feuer erhalten. III. Unter sich zeigen die flüchtigen alkalischen Salze eine Verschiedenheit, 1.) in dem Grade der Volatilität, 2.) in dem Geruche, und Geschmacke, 3.) in der Leichtigkeit, und Heftigkeit des Aufbrausens; allein

§. 457.

Auch der Unterschied dieser flüchtigen alkalischen Salze ist nur zufällig; welches aus der Analogie mit den sauren Salzen und dem fixen Alkali klar ist (§§. 453. 455).

* Ob aber das flüchtige Alkali auch mit dem feuerbeständigen einerley Natur habe: und ob das flüchtige in das fixe, oder dieses in jenes durch die verschiedenen Operationen, durch die man diese Salze aus den Körpern erhält, umarte; das ist, meines Erachtens eben noch nicht entschieden. Noch weniger läßt es sich mit Gewißheit angeben: daß die sauren Salze in die alka-

li-

lischen, oder diese in jene übergehen; denn die pietschischen Versuche (a) werden durch neuere immer mehr verdächtig. Man lese hierüber die neuern chemischen Schriften z. B. des H. Erxleben Anfangsgründe der Chemie (b).

III. Kapitel.

Von den Mittelsalzen.

§. 458.

Ein **Mittelsalz** im allgemeinen Verstande ist eine Zusammensetzung mehrerer verschiedener Arten vom Salze, oder auch eines Salzes mit andern Körpern, die miteinander eine neue Art des Salzes zeigen (451). Ist das saure Salz mit dem alkalischen bis zum Sättigungsgrade verbunden, so heißt man es ein **wahres** ein **ächtes** Mittelsalz. Geschieht diese Verbindung mit flüchtigen oder mit fixen Alkali, so heißt auch das Mittelsalz **flüchtiges**, oder **fixes**. Ein **unächtes** Mittelsalz entsteht, wenn sich die Säure mit dem Alkali nicht bis zum Sättigungsgrade verbunden hat. **Metallenes** oder **erdichtes** Mittelsalz nennt man es auch von der Verbindung der Metalle, oder der Erde mit den salzigen Theilen. Ich werde hier nur von den mehr bekannten Mittelsalzen das Wichtigste bemerken.

Vom

(a) Joh. Georg. Pietsch, Abhandlung von Erzeugung des Salpeters, Berlin 1750.
(b) Zweyte Abth. 4. Absch. §§. 176. 192. 474.

Vom Kochsalze.

§. 459.

Es ist dieß dasjenige Salz, dessen man sich im täglichen Gebrauche zu den Speisen bedient. Wenn man es bis zum Glühen calcinirt, und alsdann in destillirtem Wasser auflöset, die Auflösung filtrirt, und hernach inspißiret: so erhält man die **reinsten Krystalle des gemeinen Salzes.** Löst man diese neuerdings auf, und gießt die Auflösung zu dem Violensaft: so ändert sie die Farbe desselben fast gar nicht. 2.) Eben so wenig zeigt sich auch ein Niederschlag, oder ein Aufbrausen, wenn man die besagte Auflösung zu einem aufgelösten Weinsteinsalze schüttet. 3.) Aus den Krystallen des Kochsalzes erhält man mittels verschiedener Beysätze sowohl alkalisches, als saures Salz, und zwar beydes beynahe in gleicher Menge.

Folgesatz. Das Kochsalz ist ein wahres Mittelsalz (§. vorg.) und ist aus Säure, und Alkali zusammengesetzt, die sich bis zum Sättigungsgrade vereiniget haben (n. 1. 2. 3.).

§. 460.

Es giebt drey Gattungen des Kochsalzes: das **Meersalz**, das **Brunnsalz**, und das **Berg- oder Steinsalz.** Da aber diese Salze nicht in der Natur, oder wegen besondern Eigenschaften, sondern bloß in der Reinigkeit, und in dem Ursprunge unterschieden sind, so bleibt

uns

uns hier nichts zu erklären übrig, als die Weise, wie man sie erhält, und brauchbar macht.

§. 461.

Das Meersalz erhält man aus dem **Meerwasser**, das man in nahe Gruben (die man **Salzmarsche** nennt) hinleitet, und verdünsten läßt. Das zurückgebliebene Salz ist noch sehr unrein; daher man es in süssem Wasser auflöst, die erdartigen, und andere fremden Theile durch wiederholte Auflösungen, oder etwa auch durch Ochsenblut, oder andere niederschlagende Körper abscheidet, und so die Krystalle des gemeinen Salzes erhält.

§. 462.

Das **Brunnensalz** wird aus dem Salzwasser gesotten, das in einigen Orten aus der Erde hervorquillt; man nennt diese Quelle die **Salzsole**. Ist diese Salzsole mit so vielem Salze geschwängert, als das Wasser bey einem gemäßigten Grade der Wärme auflösen kann: so ist es **Sudmäßig**; widrigenfalls muß man das Wasser entweder durch eingeworfene Salzsteine, oder durch die sogenannten **Leckwerke**, und **Gradirhäuser** gradieren, und reichhaltiger machen. Diese Gradirhäuser sind große Gebäude, in die man das Salzwasser durch Pumpwerke (welche von einem andern fließenden Wasser getrieben werden) hinleitet. In der Höhe so eines Gradirhauses befinden sich mehrere Kanäle, in die das Wasser eigentlich gepumpet wird,

und

und von denen man es zur gehörigen Zeit durch ganz kleine Oeffnungen auf große Schichten und Lagen von Reisern, fließen läßt; durch diese sinkt es nach und nach durch, und wird reichhaltiger, indem auf den Reisern seine Oberfläche vermehrt, und die Ausdünstung der überflüßigen Wassertheile befördert wird (§. 411). Zudem sind an den Kanälen die Oeffnungen nach allen Seiten angebracht, damit man sie nach der verschiedenen Richtung der Winde öffnen kann; denn die Winde wehen das Wasser mehr auseinander und vermehren die Oberfläche desselben; doch öffnet man die Kanäle bey heftigen Winden nicht, damit diese das Wasser nicht ganz mit sich fortführen. In einigen Gradirhäusern muß der Wind die Oeffnungen selbst aufmachen und schließen. Aus dem, was wir bereits von den Dünsten gesagt haben (§. 414), kann man wissen, welche Winde, und welches Wetter zum Gradieren das Vortheilhafteste ist.

§. 463.

Wenn nun das Salzwasser entweder von Natur, oder durch das Gradieren sudmäßig ist: so wird es in einer großen eisernen Pfanne gesotten. Hier geht das meiste Wasser durch die Ausdünstung hinweg, und das Salz wird auf den Boden präcipitirt; von da man es heraus nimmt, und an eigens dazu bestimmten Orten trocknet, und erhärtet.

Der meiste Aufwand bey dem Salzsieden gehet auf das Holz. Diesem zu schonen hat man allerhand Vortheile ausgedacht. 1.) Kann man sich statt des Brennholzes der Reiser, und des Staudenholzes, der Steinkohlen, und sogar des

Tor-

Torfes bedienen. 2.) Wenn das Wasser einmal zu sieden angefangen hat, so muß man die Hitze nimmer vermehren, sondern immer bey einem gleichen Grade erhalten; denn wärmer läßt sich das siedende Wasser nimmer machen, als es im Siede ist, und durch zu große Hitze wurde man auch das Salz mit in die Luft treiben. Man soll also den Ofen keinem unerfahrnen Nachfeurer überlassen, und eine gleichförmige Ordnung im Nachlegen des Holzes festsetzen. 3.) Das Wasser, bevor es in die Pfanne fließet, kann schon zuvor durch die aufsteigende Hitze und Dämpfe erwärmet werden. So läßt man dieses Wasser z. B. durch Rinnen über der Pfanne herumläufen, und sich alsdann erst mit der schon siedenden Sole vereinigen. Ferner kann man über dem Zugloche des Ofens eine Art eines Kessels anbringen, in welchem das Wasser vorher erwärmt wird, ehe es in die Salzpfanne kömmt; doch muß dieser Kessel in der Mitte unterschlagen seyn, und die eine Hälfte mit der andern nur durch eine kleine Oeffnung unten in der Scheidewand communiciren, damit das neue zufließende Wasser nicht gleich über das übrige hinweglaufe, und vorher erwärmt werden kann. 4.) Soll das Wasser in der Pfanne nie zu hoch stehen. Mann bestimmt die gehörige Höhe durch ein eigenes dazu verordnetes Maaß.

* Bey den Druck- und Schöpfwerken, durch die man das Salzwasser von einem Orte in den andern bringt, soll man sich keines Eisens gebrauchen, weil es von dem Salzwasser angegriffen wird; man hat hiezu eine besondere Composition der Metalle ausfindig gemacht, nämlich

lich 4 ℔. Kupfer ¼ ℔. Zinn 20 Loth Arsenick. 6 ½ Loth Spiesglaskönig (reg. antim.).

** Wie man das Kochsalz auch durch die natürliche Ausdünstung, durch die Sonnenhitze ꝛc. mit sehr geringen Kosten erhalten kann, das hat H. von Haller in einer besondern Abhandlung (a) gezeigt.

§. 464.

Das **Steinsalz** ist dasjenige, welches man aus den Salzgebirgen durch Kunst, und Auflösung der Salzsteine erhält; das Brunnsalz wird ohne Zweifel schon in der Natur in solchen Salzgebirgen von dem durchfließenden Wasser aufgelöst (§. 436. III.); das Steinsalz aber müssen wir uns selbst auflösen. Beyde Salze haben vollkommen gleiche Eigenschaften. Bey Aufsuchung der Salzgebirge bedient man sich des Erdbohrers. Neben dem werden auch andere Zeichen angegeben. 1.) Vorgefundene Kalch- und Gypssteine, Alabaster, Frauenglas, Geleniten ꝛc. schlüpfriger Letten von verschiedenen Farben. 2.) Salzige Pflanzen, 3.) die Gegenwart häufiger Wildtauben, rothen Wildprettes, welches an den Steinen zu lecken pflegt ꝛc. Man muß aber bey diesen Gebirgen sonderbar darauf Bedacht nehmen, ob sie reichhaltig genug sind, und ob man mit Vortheil graben kann.

I. Die Steine müssen aufgelöst, und die Erde vom Salze abgeschieden werden.

Dieß

(a) Mém. de l' Acad. des scienc. ann. 1764.

Dieß erhält man am leichtesten durch das Wasser, welches die Salze aber nicht die Erde auflöset.

II. Eben diese Auflösung aber kann auf eine zweyfache Weise geschehen; entweder da man die Steine, wie sie sagen, **an den Tag bringt**, das heißt, aus den Gebirgen herausnimmt, und sie sodann im Wasser auflöset; oder durch **Sinkwerke**, da man süßes Wasser in eine verschlossene Aushöhlung, die man in dem salzreichen Berge ausgehauen hat, vom Tage hineinleitet, und so lange stehen läßt, bis es vom Salze hinlänglich gesättiget ist.

* Ob die erste oder die andere Weise vorzuziehen sey, das muß der Unterschied der Kosten bey der einen oder der andern bestimmen. Die Sinkwerke scheinen dem Salzgebirge mehr zu schonen, und eben darum den Vorzug zu haben:

III. Aus diesem Salzwasser erhält man wirkliches Kochsalz auf eben die Weise, die wir eben vorher bey dem Brunnsalze angaben.

Von dem Salpeter.

§. 465.

Beobachtungen und Versuche.

Der Salpeter macht auf der Zunge einen bittern Eindruck; eine bestimmte Quantität desselben löst sich in sechsmal soviel Wasser vollkommen auf: er zerfließt im Feuer mit einem Ge-

räusche, und Aufbrausen. Wenn man ihn mit Schwefel versetzt, so detonirt er über dem Feuer. Seine Krystalle haben die Figur eines sechseckigten Prisma, welches sich auf einer Seite in einen spitzigen Winkel endiget. 2.) Der Salpeter braust mit dem Alkali nicht auf, auch ändert er die Farbe des Violensaftes nicht. 3.) Vitriolsäure mit Salpeter versetzt, gibt in dem Untersatze eine sehr scharfe Säure; in der Retorte aber ein neues Mittelsalz von ganz andern Eigenschaften, als jene des Salpeters sind. Doch brauset auch dieses mit dem Alkali nicht auf, und läßt den Violensaft unverändert. 4.) Wird die in dem Untersatze erhaltene Säure abermal mit festem Alkali versetzt, so kömmt wieder Salpeter hervor.

I. **Der Salpeter ist ein wahres Mittelsalz,** denn er hat alle erforderlichen Eigenschaften desselben (§. 451); er bestehet aus einer besondern Säure (3. 4.), und da in der Retorte mit der Vitriolsäure ein neues Mittelsalz entsteht (3), so muß nothwendig ein festes Alkali zurückbleiben, und sich mit der Vitriolsäure verbinden; es ist also auch das Alkali ein Bestandtheil des Salpeters.

II. Man kann also den Salpeter auch durch Kunst erhalten; wenn nämlich die Salpetersäure mit dem festen Alkali verbunden wird.

§. 466.

Fernere Versuche über die Entstehung des Salpeters.

1.) Die Salpeterzeugung fängt sich insgemein an den Mauern, und Wänden gegen Norden an.

2.)

2.) Wenn man lockere Gartenerde, oder Gassenkoth etwa 2 Schuhe hoch mit Kalche, und faulem Dunger vermengt an die Orte bringt, welche wider die Sonne und den Regen wohl beschützt sind, so sammelt sich dort der Salpeter sehr häufig; besonders wenn die Luft einigen Durchzug und Zutritt hat: z. B. in den Ställen, Kellern, Gewölbern ꝛc., die Erde muß man aber zwey Jahre hindurch von Zeit zu Zeit immer mit einer Mutterlauge anfeuchten, und alle drey Monate umstürzen. 3.) Die wirkliche Gegenwart des Salpeters erkennt man an dem besondern Geschmack, und an dem weißen Ausschlage, der die Erde, oder die Mauern überzieht. 4.) Die beschriebene Erde, oder die abgeschabene Mauer bringt man sodann in eine Tonne, die mit Strohe bedeckt ist, und die man unten mittels eines Zapfen nach Belieben öffnen kann. Man gießt kaltes Wasser darüber, das man nach einer geraumen Zeit, unten bey der Oeffnung wieder auffängt, und in einen kupfernen Kessel siedet. Dieses gesottene Wasser gießt man mitten im Sieden über gute Holzasche, und die Lauge, die man hiedurch überkömmt, wird abermal in dem Kessel ganz gelinde gesotten, so lange, bis sich in der Oberfläche ein Häutchen zeigt. Nun hat man nichts mehr zu thun, als daß man die Lauge an einen kältern Ort bringt, wo sich der Salpeter in Krystalle ansetzet.

I. **Salpetersieden** heißt also eigentlich nichts anderes, als die Salpetersäure mit dem Alkali durch das Auslaugen verbinden.

II. Wenn auch die erste Lauge sehr gut wäre, die man von dem kalten Wasser erhält, so kann es doch geschehen, daß

es sehr wenig Salpeter abgebe, wenn sie das erstemal zu lange gesotten wird; denn bevor sie über die Asche gegossen wird, ist noch zu wenig Alkali vorhanden, als daß das noch flüchtige Salpeterwesen nicht in die Luft übergehen könnte.

III. Eben das erfährt man auch, wenn man zu wenig, oder zu schlechte Asche hat.

§. 467.

Versuche über die Mutterlauge, welche nach dem Anschießen der Krystalle noch übrig bleibt. 1.) Wenn man sie bis zur Trockne in eisernen oder auch irdenen dauerhaften Gefäßen einsieden läßt; so überkömmt man zuletzt ein schmuziges Wesen, das aus Kalcherde, und Kochsalze besteht. 2.) Wenn man auch das über einem starken Feuer verkalchet, und mit Wasser öfters auslauget, so bleibt zuletzt eine weiße erdhafte Substanz zurück, die, wenn sie wohl ausgetrocknet ist, **Magnesia** genannt wird.

§. 468.

Wenn man **reinen Salpeter** verlangt, so muß man ihn so wohl von dem Kochsalze, als von dem Alaune reinigen; weil dieser um schönere Krystalle zu erhalten, jenes aber aus Gewinnsucht von den Salpetersiedern beygemischt wird, oder auch für sich selbst zufälliger Weise vorhanden ist. Den Alaun entdeckt man, wenn sich der Salpeter im Feuer aufblähet, und das Kochsalz, wenn er nicht geschwind abbrinnet. Er wird von dem Kochsalze gereinigt, da man ihm $9\frac{1}{2}$ mehr Wasser zu

Sie-

gießet, und es alsdann bis auf 4 Theile verdünsten läßt; denn so wird der Salpeter in Krystalle anschießen, und das Kochsalz, welches von $3\frac{1}{2}$ Theilen Wassers aufgelöst wird, noch aufgelöst bleiben.

* Der Gebrauch des Salpeters ist sehr groß in verschiedenen Künsten. 1.) In der Scheidekunst; denn die Salpetersäure ist das Scheidewasser (aqua fortis), womit man das Silber, nicht aber das Gold solviret, wenn man anders den Salpeter vorher wohl vom Kochsalze gereiniget hat; denn widrigenfalls entstünde das sogenannte Königswasser (aqua regia), welches auch das Gold auflöset. 2.) Aus dem Salpeter wird das Schießpulver verfertiget; die fremden Theile, der zuhäufige Kohlenstaub, und beygesetzte Schwefel machen dasselbe grob, und schlechter. 3.) Die Feuerwerker lösen den Salpeter im Wasser auf, und sieden ihn wieder ein, wodurch sie das sogenannte Zündmehl bekommen. 4.) Den Künstlern, und Handwerkern dient der Salpeter, um die Metalle geschwinder in den Fluß zu bringen, dem Golde die gelbe Farbe wieder zu geben ꝛc. 5.) Zum Einsalzen, und zur Erhaltung des Fleisches wird er nützlicher, als das Kochsalz gebraucht.

Von dem Salmiake.

§. 469.

Der **Salmiack** (sal amoniacum) ist ein Salz von einem scharfen urinösen Geschmacke; löst sich in $3\frac{1}{4}$ mehr

Wasser auf; verfliegt im Feuer als ein weißer Rauch, und schießt in spitzige, und gleichsam gezähnte Krystallen an.

§. 470.

Beobachtungen und Versuche. Der Salmiack wurde ehedem aus Egypten gebracht, allwo man ihn aus dem Ruße des verbrennten Kamelmistes gemacht hatte: und man will es so ziemlich für gewiß haben, daß zur Verfertigung desselben auch Meersalz gebraucht werde. 2.) Von seinen fremden Theilen reinigt man den Salmiack durch Auflösung im Wasser, durch die Filtration, und Krystallisation. 3.) Er brauset weder mit Säure noch mit dem Alkali auf, und läßt den Violensaft ungeändert. 4.) Wenn ein Pfund Salmiack mit 3 Pfund Weinsteinsalze versetzt, und durch das Sandbad bis zur Sublimation gebracht wird, so setzt sich in dem Halse der Retorte das flüchtige Alkali an; unten in der Retorte aber bleibt die Säure mit dem Weinsteinsalze verbunden zurück. 5.) Setzt man in einer gläsernen Retorte dem Geist des gemeinen Salzes solange flüchtiges Alkali bey, bis kein Aufbrausen mehr vorgeht; und destillirt man diese Mischung aus dem Sandbade; so überkömmt man Anfangs Wasser, hernach einen urinösen Geist, und endlich den sublimirten Salmiack.

I. Der Salmiack ist ein **Mittelsalz.** (n. 1. 2. 3.)

II. Und zwar ein **flüchtiges** Mittelsalz; denn es ist aus der Säure und einem flüchtigen Alkali zusammengesetzt (n. 4.)

* Der

Der Salmiack wird nunmehr zu Braunschweig besser, reiner, und wohlfeiler zubereitet, als jener, den man ehedem aus Egypten brachte. Die Erfinder, nämlich die Herren Gravenhorst erhalten in ihrer Arbeit auch eine schöne grüne dauerhafte Farbe, und glauberisches Salz. Der Salmiack hat seinen nutzlichen Gebrauch 1.) in der Färberey; 2.) zum Löthen, und verzinnen des Kupfers. 3.) Zur Wiederherstellung der gelben Farbe des Goldes ꝛc. 4.) Es wird aus dem gemeinen Scheidewasser durch ihn das Königswasser verfertiget, wenn er nämlich mit jenem solange vermischt wird, bis sich ein darinne liegendes Goldplättchen aufzulösen anfängt.

Vom Borare.

§. 471.

Der Borax ist ein Salz, das aus einer noch unbekannten Substanz des orientalischen Indien (Tinkal) zu Venedig, und Amsterdam verfertiget wird. Es hat einen sehr scharfen, und bittern Geschmack: löst sich in 20 mal mehr Wasser auf; im Feuer schäumt, und siedet es: und verglaset sich bald. Die Krystalle desselben haben die Figur eines sechseckichten Prisma. Die Weise den Borax zu verfertigen ist noch ein Arkanum.

§. 472.

Versuche. Wenn dem Borare die Vitriolsäure beygesetzt wird: so scheidet sich das sogenannte Acidum sedatiuum aus, und schwimmt auf der Oberfläche in kleinen Plätt-

chen,

chen. Der andere Bestandtheil des Borax macht mit der Vitriolsäure ein neues Mittelsalz, welches man das glauberische Salz nennt. 2.) Versetzt man die sedative Säure mit einem mineralischen Alkali, so erhält man abermal Borax. 3.) Der Borax brauset mit den alkalischen Salzen auf.

I. Er ist also ein **Mittelsalz** (§. 458), obgleich kein **wahres** (eben daselbst), weil die Säure in ihm vordringt (n. 3.)

II. Seine Bestandtheile sind die sedative Säure, und mineralisches Alkali.

* Die Metallarbeiter benutzen den Borax beym Löten, wo er das Metall flüßig macht. Auch in den Porcellanfabricken wird er verkalchet, mit feinem Glase, und Salpeter zusammengeschmolzen, und dadurch die Porcellanfarbe dauerhaft gemacht.

Von dem Weinsteine.

§. 473.

Der Weinstein ist ein Salz, das durch die Gährung im Weine niedergeschlagen, und an den Wänden der Weinfäßer eine Rinde macht.

Versuche. Der Weinstein färbt den Violensaft roth. 2.) Braust mit dem Alkali auf. 3.) Und zeugt mit einer beygesetzten Vitriol- Salpeter- oder anderer Säure ein neues Mittelsalz; die ihm eigene Säure aber wird hiebey abge-

gesöndert. 4.) Das neue Mittelsalz ist nach Verschiedenheit der beygesetzten Säure gleichfalls verschieden.

I. Der Weinstein ist zwar ein **Mittelsalz**; denn er enthält Säure und Alkali; wie könnte sonst aus einer fremdem Säure, und aus dem, was nach der Absönderung der eigenen Säure noch überbleibt, ein neues Mittelsalz entstehen (n. 3.)?

II. Doch ist er **kein wahres** Mittelsalz (458); weil die Säure nicht vollkommen mit Alkali gesättiget ist; welches der erste und zweyte Versuch beweist.

Vom Vitriole.

§. 474.

Der Vitriol ist eine mit Metallen verbundene Mineralsäure. d. i., eine Säure die man nicht aus den Pflanzen, sondern aus den Fossilien erhält. Man nennt ihn Eisen- Kupfer- Zinkvitriol, je nachdem sich die Mineralsäure mit einem dieser Metalle verbunden hat, obgleich in jedem auch andere Theile von diesen dreyen Metallen, und sonderbar in dem Kupfer, und Zinke allemal auch Eisen entdeckt wird. Er löst sich in 16 mal mehr Wasser auf. Seine Krystalle haben eine rhomboidische Figur. Im Feuer zerfließt er vorher, ehe er sich calcinirt.

§. 475.

§. 475.

Beobachtungen und Versuche über das Entstehen des Vitrioles.

Den Vitriol erhält man aus einer gewissen Gattung Mineralien, die man den Kies (pyrites) nennt; dieser verwittert sich in der Luft, und zerfällt in ein Pulver, das, wenn es ausgelaugt, und eingesotten wird, den Vitriol zeuget. 2.) Die Verwitterung des Kieses muß auch unter der Erde vorgehen; und wenn über die verwitterten Kiese ein Wasser fließt: so muß es die Säure desselben auflösen, und hiedurch auch die Metalle angreifen, und auflösen. Verdünstet das Wasser aus dieser Auflösung, so bleibt der Vitriol zurück.

I. **Die Vitriole** entstehen durch die anziehende Kräfte des Wassers auf die Säure, und der Säure auf die Metalle; sie **sind** also **ein** metallenes **Mittelsalz.** (§. 458.).

II. So wie in den verwitterten Mineralien mehrere Kupfer= Eisen= oder Zinktheile vorhanden sind: eben so muß durch die Auflösung der grüne **Eisenvitriol**, der blaue **Kupfervitriol**, oder der weiße **Zinkvitriol** hervorkommen.

III. Weil aber die verwitterten Mineralien mehrere Metallarten enthalten: so müssen mit dem vordringenden Metalle auch einige Theile von andern Metallen aufgelöst, und in dem Vitriole angetroffen werden.

§. 476.

Versuche. Man bringe den grünen Vitriol in einer eisernen Pfanne über das Feuer: so fängt er an zu schmelzen, und weiß zu werden. Nach und nach verliert er seine Flüßigkeit: wird gelb, und sodann röthlicht. Wird er in diesem Zeitpunkte in einem Destillirgefäße mit gradweise zunehmender Wärme getrieben: so erhält man 1.) eine mit vielem Wasser vermischte Säure, die man das Phlegma nennt. 2.) Eine schärfere Säure, (spiritum). 3.) Zuletzt bleibt eine zähe und schmutzige Flüßigkeit zurück, die man zwar das Vitriolöl nennt, welche aber in der That selbst die stärkste Vitriolsäure ist. II. Wird auf sorgfältig gereinigte Eisenfeilspäne anfangs der Vitriolgeist (n. 2.) hernach eben soviel Wasser gegossen; und wechselweise solange fortgefahren, bis alle Feilspäne vollkommen aufgelöst sind, alsdann aber die Auflösung filtrirt; so schießen Krystalle davon an, welche die Eigenschaften des natürlichen Vitrioles haben.

Folgesätze. I. Der grüne Vitriol besteht 1.) aus einer Säure, die in dem Feuer flüchtig wird (1. 2.) 2.) Aus Wasser (I. 1. II.) 3.) Aus Eisentheilchen, die von der Säure aufgelöst sind.

II. Was hier von dem grünen Vitriole gesagt worden, das läßt sich ohne weiters auch auf die andere Vitriole bloß mit dem nöthigen Unterschiede der Metalltheilchen anwenden.

* Die Vitriolsäure leistet in der Färberey sehr gute Dienste, da es 1.) eine ungemeine schöne blaue Farbe giebt, wenn man 4 Theile davon mit 1 Theile Indig in einem Glase vermischt, und nachdem diese Mischung einige Tage in der Wärme gestanden ist, ein Theil davon in ein warmes Wasser gebracht wird. 2.) Auch das Berlinerblau wird noch angenehmer, wenn es auf diese Weise behandelt wird. 3.) Der Vitriol giebt mit Galäpfeln die beste Dinte. Alles das ist sehr genau in der Abhandlung (a) unsers H. Prof. der Chemie H. Ludewig Rousseau angezeigt.

Vom Alaune.

§. 477.

Der Alaun hat mit dem Vitriole die nämliche Säure, und unterscheidet sich von ihm 1.) daß er nicht nur in Metallkiesen, sondern auch in andern Steinen, und andern Erdarten angetroffen wird. 2.) Bey seiner Auflösung erhält man Mineralsäure, und Erde. 3.) Diese Erde ist zwar von einer absorbirenden Natur, und braust mit der Säure auf; doch läßt sie sich nicht kaustisch machen (b) 4.) Er wird in 4 mal mehr Wasser aufgelöst, und schießt in achteckichte Krystalle an. Es giebt weißen, und rothen Alaun.

I. Auch

(a) Nutzliche Anwendung der Mineralien, p. 50—58.
(b) Marggrafs Chem. Schriften. I. Th. XIII. Abh. §. 3.

I. Auch der Alaun ist ein **Mittelsalz**, und zwar ein **erdichtes** (§. 458.).

II. Seine **Bestandtheile** sind die Mineralsäure und eine Erde von besondern Eigenschaften.

§. 478.

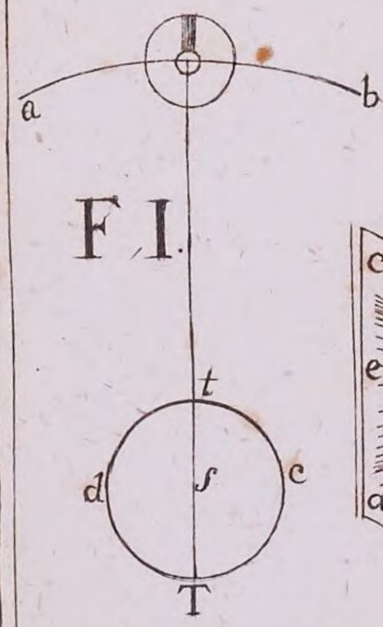
Man erhält den Alaun auch aus der Erde, welche mit **Vitriolstufen** vereinigt ist. Hat man den Vitriol wirklich aus dieser Erde erhalten, so muß das Wasser, das den Alaun noch aufgelöst hält (denn er fordert weniger Wasser, als der Vitriol), mit etwas faulem Urine und Aschenlauge versetzt, und ferner gesotten werden; denn durch diesen Beysatz wird die Eisenerde ausgeschieden, und läßt den Alaun zurück.

* Der Alaun dient den Weißgärbern, die weißen Felle steif zu machen, so, wie die Rothgärber eben das durch das Lohe bey dem rothen Leder bewirken. 2.) Er giebt den Farben der Zeuge die Dauerhaftigkeit, da er sie in den Zwischenräumen der Zeuge heftet. 3.) Der rothe Alaun, oder der sogenannte römische erhöht die Cochenillfarbe, den Carmin ꝛc. 4.) Warum der Weiße Alaun bey der Cochenille insgemein die Carmesinfarbe hervorbringt, daran mag wohl das beygesetzte Alkali Ursache seyn.

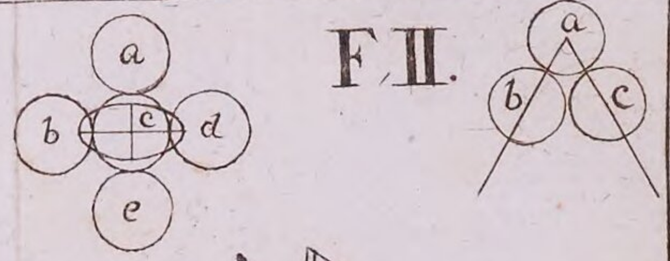
** Eine

** Eine vollständigere Beschreibung der Salze, und aller Eigenschaften derselben, gedenkt unser um die Chemie verdienstvolle H. Prof. Rousseau nächstens im Drucke bekannt zu machen.

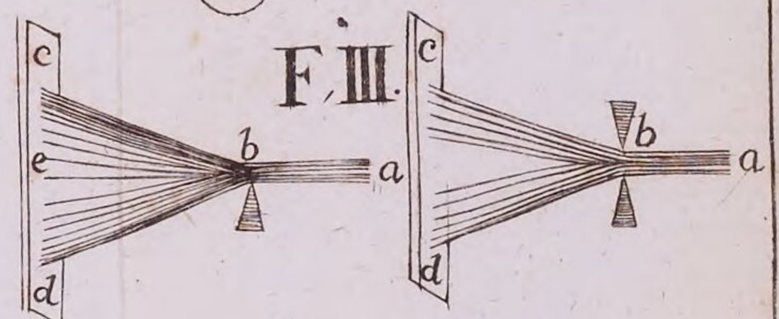
F. I.



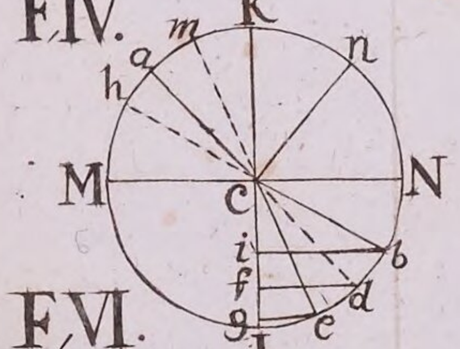
F. II.



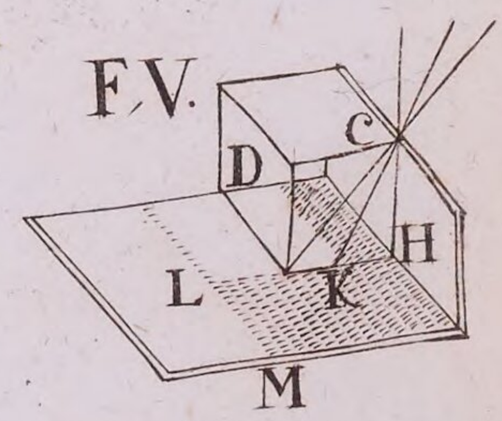
F. III.



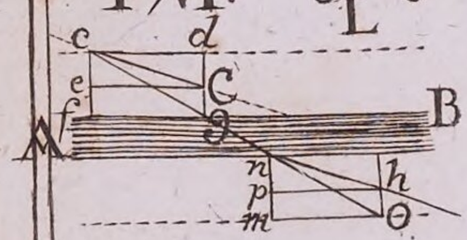
F. IV.



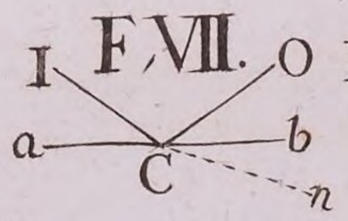
F. V.



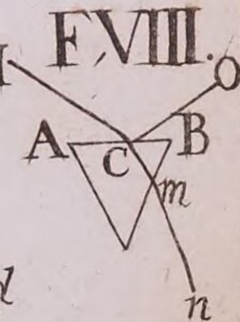
F. VI.



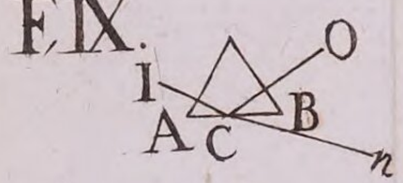
F. VII.



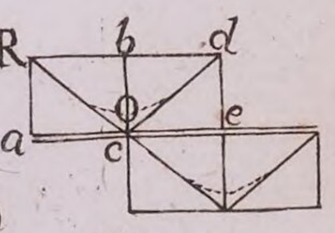
F. VIII.



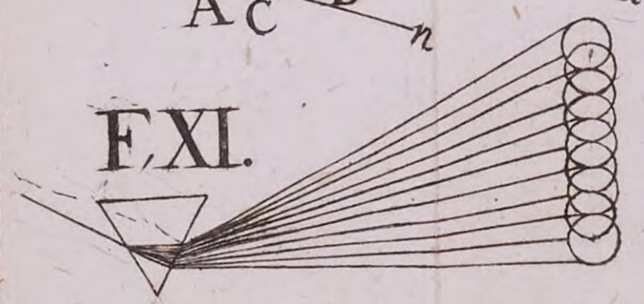
F. IX.



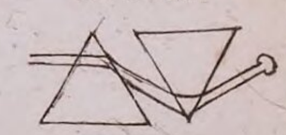
F. X.



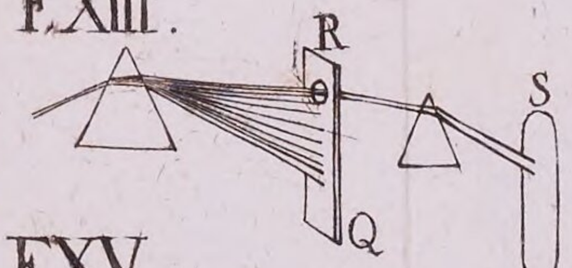
F. XI.



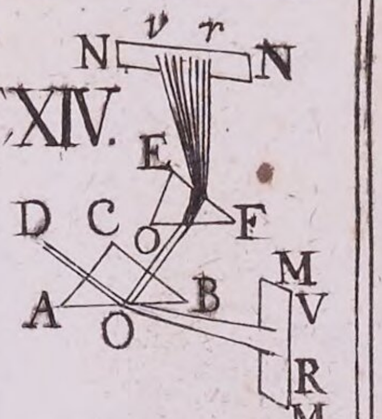
F. XII.



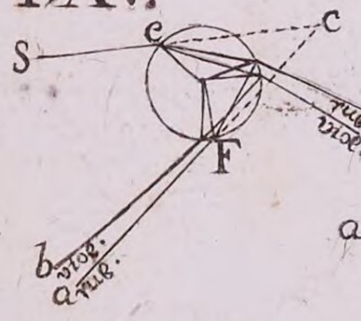
F. XIII.



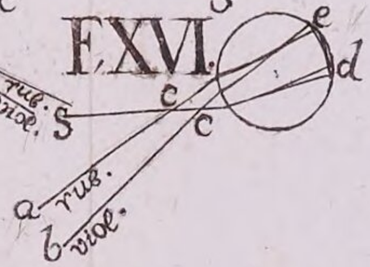
F. XIV.



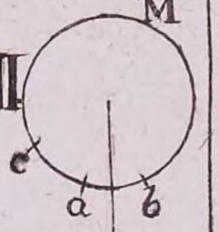
F. XV.



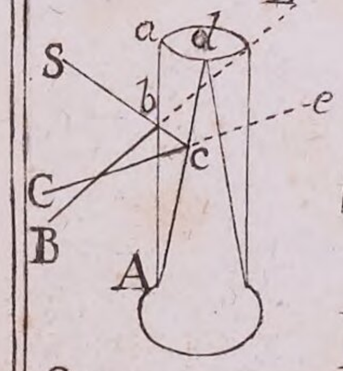
F. XVI.



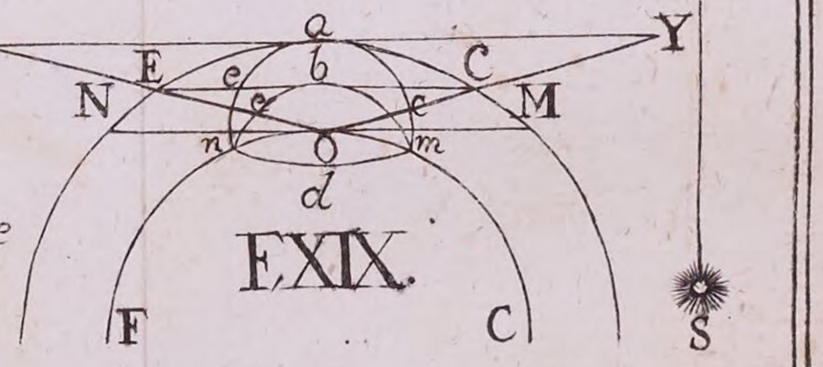
F. XVII.



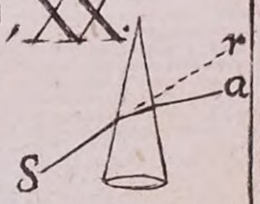
F. XVIII.



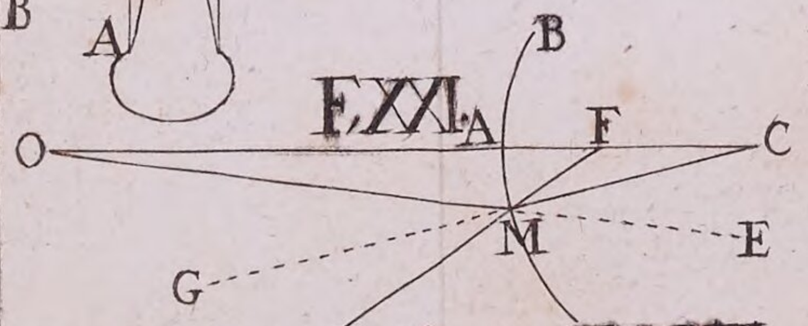
F. XIX.



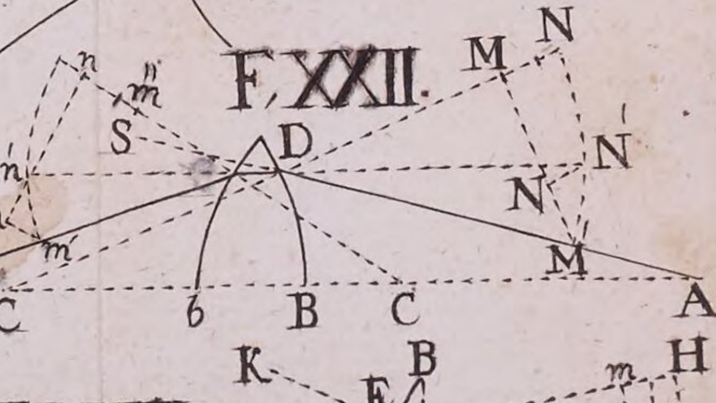
F. XX.



F. XXI.

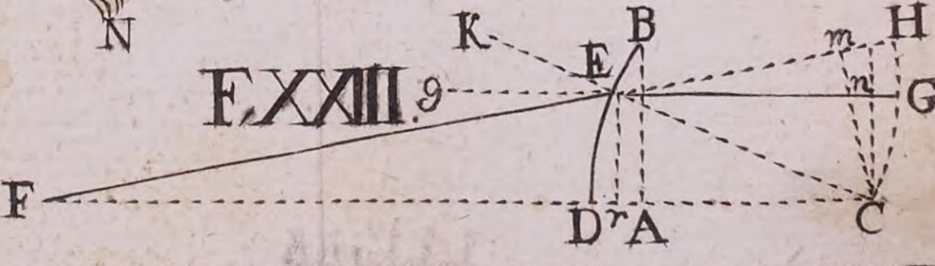


F. XXII.

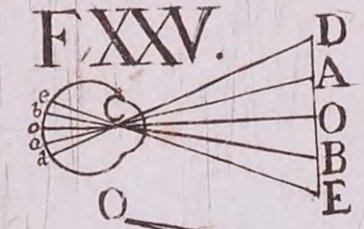


F. XXIV.

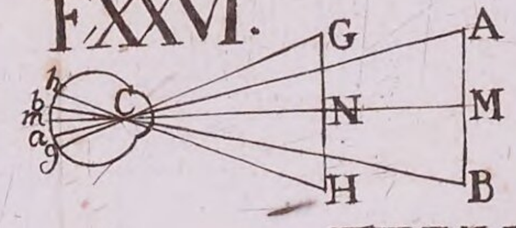
F. XXIII.

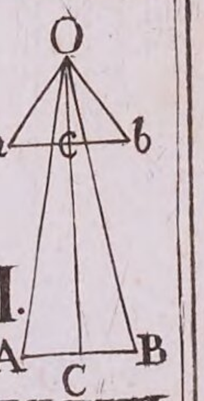


F XXV.



F XXVI.



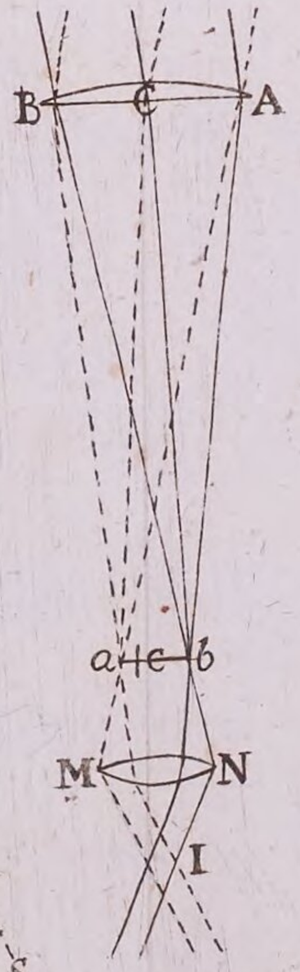


F XXVIII.

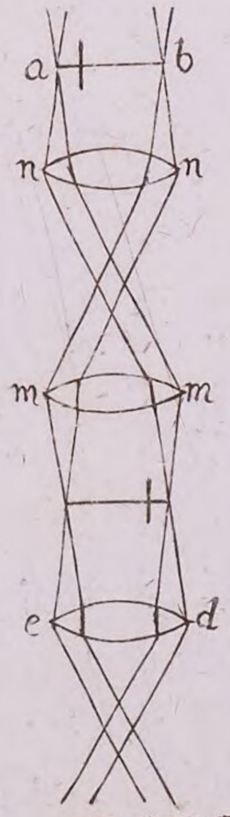
F XXVII.

F XXIX.

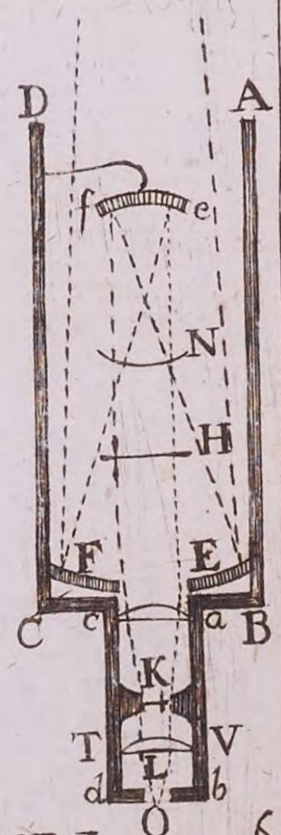
F XXX.



F XXXI.

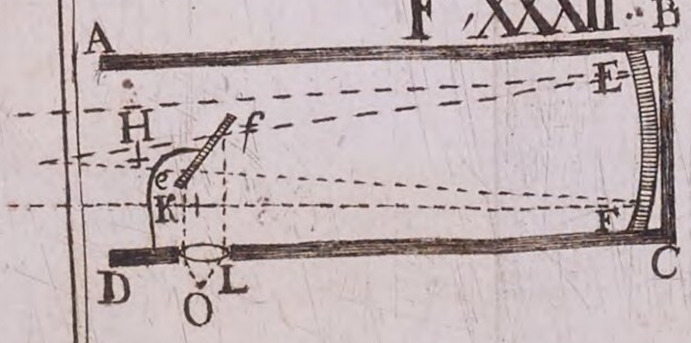


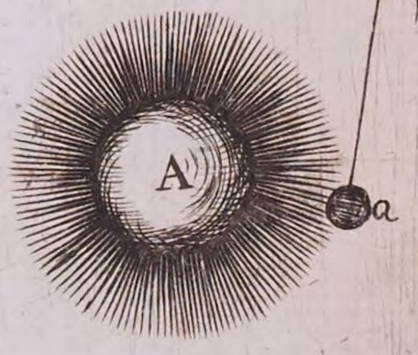
F XXXIII.



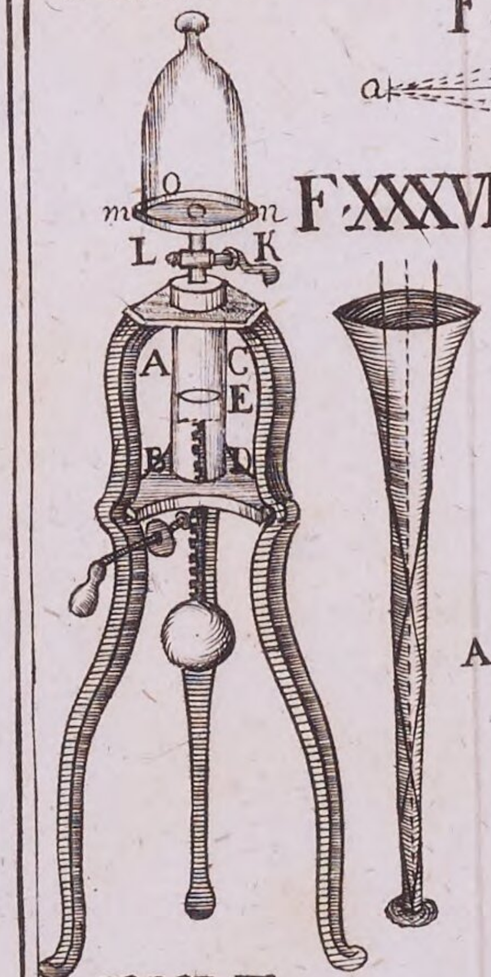
F XXXIV.

F XXXII.





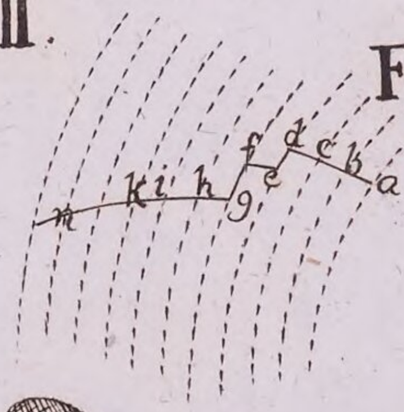
F. XXXV.



F. XXXVI.

F. XXXVIII.

F. XXXVII.



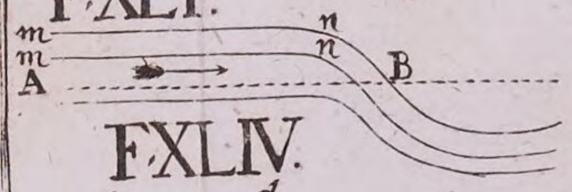
A.

F. XXXIX.

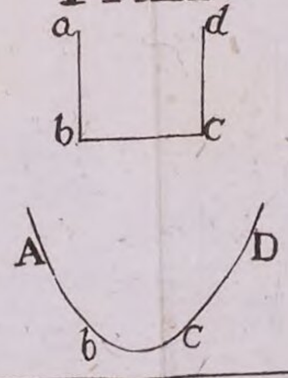
F. XL.

F. XLII.

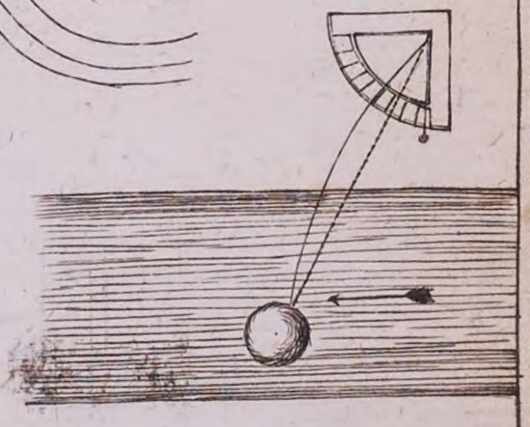
F. XLI.



F. XLIV.



F. XLIII.



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gabler, Matthias

Matthias Gablers der Gottesgelehrtheit, und Weltweisheit Doktors ...
Naturlehre Zum Gebrauche öffentlicher Erklärungen

Bd.: 3

München 1778

Passau, Staatliche Bibliothek -- S nv/GL 37-1/4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11341059-2
VD18 15450341-001